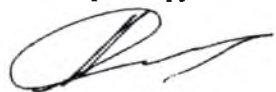


На правах рукописи



СОКОЛОВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ

**ЭКОЛОГО-ЛЕСОВОДСТВЕННЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ
ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА НЕРАСКОРЧЕВАННЫХ ВЫРУБКАХ
С ЗАВАЛУНЕННЫМИ ПОЧВАМИ СЕВЕРО-ЗАПАДА
ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ**

06.03.01 – Лесные культуры, селекция, семеноводство

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Архангельск – 2012

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте леса Карельского научного центра Российской академии наук

Научный консультант: Бабич Николай Алексеевич,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Официальные
оппоненты: Беляев Владимир Васильевич,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»,
профессор кафедры географии и экологии.

Касимов Апдулбар Касимович,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», профессор кафедры лесоводства и лесных культур.

Добрынин Александр Павлович,
доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Череповецкий государственный университет», профессор кафедры биологии.

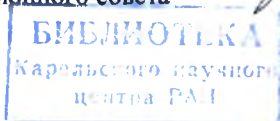
Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова».

Защита диссертации состоится 14 декабря 2012 года в 10 ⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.008.03 на базе ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» по адресу: 163002, г. Архангельск, наб. Северн~~ой~~ Двины, 17, главный корпус, ауд. 1220;

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федерального университета имени М.В. Ломоносова».

Авторсферат разослан « ____ » _____ 2012 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Клевцов Денис Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. На Северо-Западе России в силу исторических причин сконцентрированы крупнейшие лесоперерабатывающие предприятия, устойчивая работа которых во многом зависит от обеспеченности древесиной хвойных пород в требуемом объеме. Однако проводимые с середины прошлого столетия сплошные рубки привели к нежелательной смене породного состава на огромных территориях, снижению продуктивности древостоев, нарушению устоявшихся консортивных связей, ухудшению генофонда, возрастной и товарной структуры древостоев (Тюрин, 1993; Редько, Бабич, 1994; Шутов и др., 1998; Дружинин, 2009; Гиряев, 2001 и др.). В настоящее время предприятия лесного комплекса Карелии испытывают постоянный дефицит качественного пиловочника, а также нехватку хвойных балансов. Ситуация усугубляется тем, что при ориентации на экстенсивный метод ведения лесного хозяйства оставшийся эксплуатационный запас хвойных насаждений в СЗФО будет вырублен в ближайшие 20 лет (Моисеев, 2008). Освоение новых отдаленных участков леса значительно увеличивает транспортные расходы, но принципиально не решает проблемы. Обеспечить устойчивость лесопользования можно путем перехода на интенсивный путь ведения лесного хозяйства (Куусела, 1991; Штукин, 2000; Шутов и др., 2007) на основе накопленного научного и производственного опыта по ускоренному выращиванию древесины целевого назначения с учетом почвенно-климатических и социально-экономических условий региона.

В связи с постоянным сокращением площадей лиственницы на северо-западе ареала и угрозой исчезновения карельской березы серьезно обострилась ситуация с сохранением их ресурсного потенциала и генофонда (Торхов, Трубин, 2002; Ветчинникова, 2005; Тихонов, Наквасина, 2008), поэтому необходимы эффективные меры по их искусственному восстановлению и поддержанию биологического разнообразия.

С точки зрения затронутых вопросов проблема сохранения ресурсного потенциала ценных древесных пород и повышения продуктивности насаждений в условиях тасжной зоны приобретает все большую актуальность. Ее своевременное решение позволит обеспечить предприятия качественным древесным сырьем и в целом повысить эффективность производства лесного комплекса.

Цель и задачи исследований. Цель работы – научное обоснование эффективных способов создания лесных культур на нераскорчеванных вырубках с завалуненными почвами и повышение качества искусственного лесовосстановления на Северо-Западе тасжной зоны России.

Задачи исследований:

- обобщить исторический опыт и оценить современное состояние лесовосстановления в Республике Карелия;
- дать эколого-лесоводственное обоснование ресурсосберегающих технологий создания лесных культур на нераскорчеванных вырубках с завалуненными почвами;
- провести лесоводственную оценку культур хвойных пород, выращенных по разным технологиям;
- выявить причины низкой сохранности культур карельской березы и обосновать пути сохранения ее ресурсного потенциала.

Связь работы с научными проектами и темами. Исследования выполнялись в Институте леса КарНЦ РАН в соответствии с тематическими планами НИР 1975–2011 гг. по темам: «Разработка научных основ повышения эффективности искусственного возобновления леса на вырубках», № гос. регистрации 80004838; «Научное обоснование экологической устойчивости лесного хозяйства в условиях Карелии», № гос. регистрации 0120.0503951; «Научные основы экологически чистых приемов лесовосстановления в условиях средней тайги Республики Карелия», № гос. регистрации 029.50001880; «Разработка методов лесомелиорации техногенных пустошей Севера», № гос. регистрации 01890946485; «Лесные экосистемы искусственного происхождения: структура, динамика и продуктивность», № гос. регистрации 0120.0505546; «Восстановление лесов на северо-западе таежной зоны: экологические и генетические основы», № гос. регистрации 01200805176; «Антропогенные леса Восточной Финляндии: динамика и ресурсный потенциал», № гос. регистрации 01201157832. Они поддержаны грантами Президиума и ОБН РАН, грантом РФФИ (02-04-49467-а), а также проектом TACIS «Управление лесными ресурсами на Северо-Западе России: Карельский проект FDRUS 9507», российско-финляндским проектом «Развитие системы устойчивого управления ресурсами на Северо-Западе России» (2002–2005 гг.), а также проектом государственной научно-технической программы «Российский лес».

Предмет защиты. На защиту выносятся:

- эколого-лесоводственное обоснование ресурсосберегающих технологий создания лесных культур на нераскорчеванных вырубках с дренированными завалуненными почвами;
- способы ускоренного выращивания культур сосны и ели целевого назначения в условиях средней тайги;
- ресурсосберегающий способ выращивания карельской березы.

Научная новизна. На основе многолетних наблюдений в условиях средней тайги доказана возможность ускоренного выращивания на нераскорчеванных вырубках с завалуненными почвами культур сосны и

ели целевого назначения, которые соответствуют требованиям предъявляемым к плантационным культурам.

По результатам 36-летних исследований на постоянных объектах в условиях средней тайги изучена структура и динамика средневозрастных культур сосны, пройденных авиахимическим уходом, и дана сравнительная лесоводственная оценка различных способов интенсивных уходов (осветлений) за культурами этой породы.

Для условий таежной зоны предложена классификация лесных почв по каменистости в целях лесовосстановления. Установлено, что каменистость (завалуненность) почв является существенным фактором, определяющим выбор способа создания, сохранность и рост лесных культур, и влияющим на пространственную структуру древостоев.

Предложен ресурсосберегающий способ выращивания карельской березы и сохранения ее генофонда.

Обоснован эффективный способ разведения биомелиоранта – многолетнего люпина на вырубках и техногенных землях в условиях таежной зоны.

Практическая значимость работы. Применение рекомендованных способов ускоренного выращивания культур сосны и ели целевого назначения позволяет создать надежную лесосырьевую базу вблизи крупных предприятий ЛПК, обеспечить стабильность их работы, конкурентоспособность продукции и снизить транспортные расходы.

Предложенные на основании результатов исследований рекомендации по выбору метода создания культур, способа обработки почвы, вида посадочного материала в зависимости от степени каменистости почв обеспечивают повышение приживаемости культур, рациональное использование посадочного материала, повышение производительности труда сажальщиков в 2 раза и снижение затрат на агротехнические уходы.

Разработанный способ введения биологического мелиоранта – многолетнего люпина в лесные культуры, способствуя повышению плодородия почвы и улучшению роста древесных пород, снижает пожарную опасность и позволяет отказаться от применения минеральных удобрений.

Разведение карельской березы с использованием биомелиорантов при рекультивации отвалов вскрышных пород ускоряет процессы формирования полноценных фитоценозов, предотвращает загрязнение окружающей территории пылеватыми частицами, дает возможность получать ценную декоративную древесину.

Экологически щадящие технологии создания лесных культур могут найти применение в защитных лесах, где в последние годы проблема лесовосстановления становится актуальной.

Результаты исследований реализованы при разработке «Руководства по лесовосстановлению в гослесфонде Республики Карелия», утвержденного коллегией Госкомлеса Республики Карелия 03.04.1995, 11 практических рекомендаций и могут использоваться в соседних с Карелией субъектах.

Личный вклад автора. В диссертации представлена та часть исследований, которая выполнена автором лично или под его непосредственным руководством при обосновании постановки научно-исследовательских тем и задач исследований, необходимых для достижения поставленной цели, разработке программы и методики исследований, при сборе полевого материала, анализе и обобщении полученных результатов.

Обоснованность и достоверность результатов исследований базируется на обширном экспериментальном материале, многолетних наблюдениях, в том числе на постоянных пробных площадях, обеспечивается применением общепринятых методик проведения исследований и обработки исходных данных с использованием методов вариационной статистики.

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований представлены на Всероссийских научно-технических конференциях (Красноярск, 1989; Архангельск, 1991, 1996, 2005, 2008, 2010; Анапиты, 1994; Петрозаводск, 2009, 2012), на международных конференциях (Петрозаводск, 1994, 1996, 1998, 1999, 2009, 2010; Москва, 1997, 2012; Архангельск, 2000; Vuokatti, 1998, Санкт-Петербург, 2010), а также на Петербургском международном лесном форуме (2011) и региональных научно-практических конференциях (Петрозаводск, 1996, 1988, 1990, 1995, 1996, 1998, 1999, 2000, 2002).

Публикации. Материалы исследований отражены в 115 печатных работах, в том числе в 6 монографиях, 13 статьях в рецензируемых журналах по перечню ВАК, 1 учебном пособии, 1 патенте на полезную модель и 12 рекомендациях производству. Кроме того, результаты исследований, касающиеся темы диссертации, представлены в 15 научных отчетах по бюджетным темам, международным и российским проектам, 7 хозяйственных работах, отчеты по которым переданы заказчикам.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы из 760 наименований. Содержание изложено на 355 страницах, включает 95 таблиц и 51 рисунок. Общий объем диссертационной работы составляет 395 страниц.

ГЛАВА 1. ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ И ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОКУЛЬТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Район исследований относится к подзонам северной и средней тайги. В главе приведена характеристика геологических особенностей, рельефа, климата, почвы, лесов, типов вырубок. Отмечается, что в лесном фонде

преобладают ценные хвойные породы, но производительность древостоев невысокая, поэтому проблема ее повышения является актуальной. Завалленность почв и наличие пней ограничивают возможности механизации работ, затрудняют проведение посадки, что необходимо учитывать при разработке агротехники создания лесных культур. На вырубках ельников и сосняков кисличных и черничных средней тайги главным конкурентом лесных культур в первые годы является травянистая растительность и поросль лиственных пород, поэтому культуры следует создавать посадкой.

ГЛАВА 2. ОСВОЕНИЕ, ВОСПРОИЗВОДСТВО И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСОВ КАРЕЛИИ

Массовая рубка хвойных лесов на Северо-Западе России началась после Великой Отечественной войны. Наиболее интенсивно она шла в Карелии, чему способствовала близость крупных промышленных центров, значительные площади лесов с высококачественной древесиной и наличие транспортных путей. Происходил постоянный переруб расчетной лесосеки, в основном по хвойному хозяйству. В рубку поступали лучшие хвойные древостои. Результатом истощительного лесопользования явилось уменьшение объемов заготовки древесины с 19,9 млн.м³ (1964 г.) до 5,56 млн.м³ (2010 г.), снижение продуктивности, ухудшение возрастной и товарной структуры древостоев, накопление низкобонитетных насаждений. В настоящее время это не позволяет ориентироваться на получение в возрастающих объемах высокотоварной древесины хвойных пород, отрицательно влияет на рентабельность лесозаготовки, угрожает экономической безопасности крупных предприятий ЛПК. Поэтому требуется восстановление ресурсного потенциала хвойных пород путем обоснования и широкого применения способов ускоренного выращивания древесины целевого назначения.

На основе литературных источников оценена эффективность естественного возобновления вырубок в зависимости от типа лесорастительных условий, способов рубки и очистки лесосек, проводимых мероприятий по содействию естественному возобновлению леса. Отмечается отрицательное влияние условно-сплошных и концентрированных рубок на генофонд хвойных пород. Анализ научных публикаций показал, что природные условия Карелии позволяют на значительной площади вырубок восстанавливать сосну и ель методом естественного возобновления. В северотаежной подзоне лесные культуры нужно проектировать в основном на луговиковых вырубках, в остальных случаях ориентироваться на естественное возобновление сосны (сохранение подроста, оставление обсеменителей в сочетании с обработкой почвы). В среднетаежной подзоне на вырубках с относительно плодородными почвами (черничные и кисличные типы лесорастительных условий), в

случаях когда количество жизнеспособного подростка недостаточно для восстановления хвойных пород, требуются лесные культуры.

Широкомасштабное применение сплошных концентрированных рубок в Карелии привело к смене хвойных пород мягколиственными в продуктивных лесорастительных условиях, наиболее подходящих для выращивания качественного пиловочника в ускоренном режиме. Такое явление в таежной зоне отмечается повсеместно (Колданов, 1966; Казимиров, 1971; Писаренко, 1977; Ларин, Паутов, 1989; Калиниченко и др., 1991; Побединский, 1991; Аникеева и др., 1993; Тюрин, 1993; Редько, Бабич, 1994; Сунгуров, 2000; Чибисов, 2005; Дружинин, 2009 и др.). Проблема восстановления хвойных пород усложняется, когда в рубку поступают вторичные леса (Мелехов, 1966), что и происходит в настоящее время. Высказывается предположение о возможном снижении устойчивости хвойных древостоев и ухудшении генофонда, если существующая система лесопользования останется без изменений.

Рассмотрена история развития лесокультурного дела в Карелии. Делается вывод, что в настоящее время научно обоснованы технологии создания культур посевом и посадкой семян на нераскорчеванных вырубках с завалуненными почвами. Однако эффективность искусственного лесовосстановления остается низкой. Основными причинами этого являются нарушение агротехники создания лесных культур, повреждения их вредителями и болезнями, заглушение травянистой растительностью и листовыми породами, что характерно не только для Северо-Запада России (Ларин, 1980; Шутов, Мартынов, 1982; Пигарев и др., 1979; Шубин и др., 1991; Тюрин, 1993; Беляев, 1997 и др.), но и всей таежной зоны (Кашпор, 2007; Ермоленко, 2009). Вырубка продуктивных хвойных древостоев и редкие семенные годы создали проблему обеспечения семенами сосны и ели местной заготовки (Щербакова, 1979; Барабин, 1990), поэтому необходимо совершенствовать мероприятия по рациональному их использованию. Внедрение посадочного материала с закрытой корневой системой позволило рационально расходовать семена, сократить сроки выращивания семян, нарастить объемы посадок сосны, но опыт создания им культур в условиях таежной зоны пока мал и требует изучения. Актуальными остаются проблемы агротехнических и лесоводственных уходов за культурами, без их решения невозможно предотвратить нежелательную смену пород, обеспечить повышение качества искусственного лесовосстановления и продуктивности древостоев. В последние десятилетия возникла угроза исчезновения карельской березы и появилась вероятность утраты генофонда. Мероприятия по её искусственному восстановлению оказались малоэффективны, поэтому необходимо выявление причин низ-

кой сохранности культур карельской березы и обоснование менее затратных, но надежных способов восстановления её ресурсного потенциала.

В целом в республике накоплен значительный научный и производственный опыт по созданию лесных культур на нераскорчеванных вырубках с завалуенными почвами. Есть объекты с разными способами обработки почвы и видами посадочного материала, с применением различных лесокультурных агрегатов и интенсивных уходов, а также по выращиванию лесных культур в плантационном режиме. Изучение его целесообразно, как для обоснования способов ускоренного выращивания древесины целевого назначения для создания устойчивой лесосырьевой базы предприятий ЛПК, так и для повышения эффективности искусственного лесовосстановления в целом. На основании анализа приведенного материала определены задачи и объекты исследований.

ГЛАВА 3. РАЙОН, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнялись на территории Калевальского, Костомукшского, Кестеньского, Лоухского, Сегежского и Чулинского (северная тайга) и Гирвасского, Ведлозерского Кондопожского, Лахденюхского, Олонецкого, Питкярантского, Прионежского, Пряжинского, Пяльмского, Сортавальского, Спасогубского, Шуйско-Виданского (средняя тайга) лесхозов Карелии на 169 производственных и 15 постоянных опытных участках. Они велись маршрутным методом с закладкой временных пробных площадей и стационарно-динамическим методом на постоянных опытных базовых участках. Объектами исследований были опытные и производственные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), ели обыкновенной (*Picea abies* L.) Karst), лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) и карельской березы (*Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti) I-III класса возраста. При исследовании лесных культур маршрутными методами руководствовались методическими указаниями ряда исследователей (Огисевский, Хиров, 1964; Мелехов и др., 1965; Побединский, 1966; Чмыр, 1977; Маслаков и др., 1978, 1983; Шумаков, Кураев, 1985; Суворов и др., 1987; Евдокимов, 1989; Крутов, 1989). Изучение динамики роста, продуктивности древостоев и качества древесины на постоянных опытных участках вели с помощью общепринятых в лесоводственных исследованиях методов (Кайрюкштитс, 1958; Молчанов, Смирнов, 1967; Моиссеев, 1971; Полубояринов, 1976; Анучин, 1982; Маслаков и др., 1983; Родин, Мерзленко, 1983; Поляков и др., 1986; Столяров и др., 1988; Цветков, 2002). Подбору участков с различными технологиями создания лесных культур предшествовало ознакомление с архивными документами и материалами лесничеств. В случае неоднородности площадь участка разбивалась на выдела, в пределах которых закладывались

пробы. Размер проб в зависимости от густоты культур и повторностей составлял от 0,05 до 0,25 га. На ряде участков использовали метод учетных отрезков или площадок (ОСТ 56-92-93), что позволяло более точно учесть неоднородность лесорастительных условий. В учет включали не менее 150 растений главной породы. Оценивали наличие повреждений вредителями и грибных болезней, выбора места для посадки, определяли причины отпада культур. Замеры каменистости вели по ходовым линиям с помощью щупа. Естественное возобновление учитывали на площадках размером 4-10 м² в зависимости от густоты деревьев, которые закладывали в 30-кратных повторностях (Бузыкин, Побединский, 1963). Описание напочвенного покрова и почвы проводили общепринятыми методами (Сукачев, Зонн, 1961; Полевая геоботаника, 1964; Мелехов и др., 1965; Программа и методика ..., 1966). Для обработки исходного материала использовались методические разработки В.С. Моисеева, 1971; А.П. Анучина, 1982; Е.Л. Маслакова и др., 1983 с применением электронных таблиц Microsoft Excel и Super Calc 4. При статистической обработке данных использовали методики, разработанные для биологических и лесокультурных исследований (Плохинский, 1970; Зайцев, 1984; Доспехов, 1985; Жигунов и др., 2002; Ивантер, Коросов, 2005).

ГЛАВА 4. ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПРИЕМОВ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА НЕРАСКОРЧЕВАННЫХ ВЫРУБКАХ С ДЕРЕНИРОВАННЫМИ ЗАВАЛУНЕННЫМИ ПОЧВАМИ

Технологии создания лесных культур на рубках тасжной зоны энергоемки, требуют больших затрат ручного труда и в настоящее время не обеспечивают выращивания высокопродуктивных насаждений. Перспективные эколого-ресурсосберегающие технологии должны быть направлены на снижение энергоемкости мероприятий, повышение сохранности и ускорение роста лесных культур, минимальное повреждение почвенного покрова, увеличение производительности труда на лесокультурных работах и максимально учитывать почвенно-климатические и экономические условия конкретного региона (Родин, 2002; Штукин, Подошвелев, 2004; Шутов и др., 2012).

Каменистость почв может оказывать существенное влияние на рост древесных растений, является серьезным препятствием для механизированной обработки почвы и посадки (Репневский, 1961; Шумаков, Кураев, 1973; Шубин и др., 1977; Ярмишко, Цветков, 1987; Казимиров, 1995). Однако для лесных почв тасжной зоны она остается мало изученной, а ее лесокультурная оценка для условий региона, где широко распространены завалуненные почвы, не сделана.

Обработкой почвы можно активизировать биологические процессы, повлиять на ее водный, тепловой и питательный режимы, на взаимоотношения

древесных пород с травянистой растительностью, что оказывает существенное влияние на сохранность и рост лесных культур (Шубин, Попов, 1959; Декатов, 1961; Побединский, 1965; Шумаков, Кураев, 1973; Казаков, 1977; Миронов, 1977; Смирнов, 1977; Пигарев и др., 1979; Вячкилев и др., 1980; Маркова, Дерябина, 1981; Суворов, 1988; Филин, Антонов, 1989; Писаренко, Мерзленко, 1990; Беляев, 1996; Егоров и др., 2001; Родин, 2002; Ипатов, 2003; Проказин, 2003; Варфоломеев, Сунгуров, 2007 и др.). Это особенно важно для условий таежной зоны, где растения испытывают недостаток тепла и питания. Поэтому способ обработки почвы должен учитывать особенности лесорастительных условий конкретного участка и биологию древесной породы. Однако применяемые в других регионах способы механической обработки почвы мало пригодны при создании культур посадкой крупномерным посадочным материалом на нераскорчеванных вырубках с завалунными почвами. В этих условиях перспективен химический метод (Декатов, 1947, 1967; Кузьмин, 1967, 1971; Бельков и др., 1982; Егоров и др., 2001; Чижов, 2003; Терехов, Усольцев, 2008; Егоров, Трофимов, 2009 и др.), но его эффективность определялась в основном по результатам кратковременных наблюдений, а данных по лесоводственной оценке химической обработки почвы в условиях таежной зоны недостаточно.

Научно обоснованный выбор вида посадочного материала, соответствующего лесорастительным условиям рубок, позволяет в значительной степени снизить отрицательное влияние ряда экологических факторов на лесные культуры, что во многом определяет их результативность (Миронов, 1977; Родин, 1977; Маслаков и др., 1979; Кайла, 1980; Ларин, 1980; Смирнов, 1981; Шапкин, 1983; Градяцкас, Малинаускас, 1984; Мордась, 1986; Пигарев и др., 1988; Калининченко и др., 1991; Беляев, 1997; Жигунов и др., 1999; Ковалев, 2004; Маркова и др., 2004; Мочалов, 2005; Родин, Родин, 2010 и др.).

Динамика развития травяного покрова, его видовой состав и, как следствие, степень воздействия на лесные культуры зависят от почвенно-климатических условий, породного состава и сомкнутости крон древостоев, особенностей рельефа, воздействия лесозаготовительной техники (Бельков, 1956; Воронова, 1957; Декатов, 1961; Мелехов и др., 1965; Ронконен, 1975; Обыденников, 1989; Мерзленко, Бабич, 2002; Крышень, 2006 и др.), поэтому рекомендации по агротехническому уходу должны в максимальной мере учитывать специфику лесорастительных условий конкретного региона. Имеющиеся сведения о потребности лесных культур в агротехнических уходах, созданных крупномерным посадочным материалом на рубках злаковой группы типов, для Северо-Запада России немногочисленны, противоречивы (Синькевич, Цинкович, 1973; Шубин, 1975; Смоляницкая, 1978; Цинкович, 1978; Матюхина и др., 1986; Мордась, 1986; Пигарев и др., 1987; Маркова, 1996, Варфоломеев, Сунгуров, 2007) и требуют уточнения.

Одним из основных факторов, лимитирующих рост хвойных пород в условиях таежной зоны, является недостаток азота (Казимиров и др., 1974; Федоренко и др., 2000). Минеральные удобрения вызывают временное повышение прироста, дают быстрые, но неустойчивые результаты и, в связи с ростом цен, возможности их широкого применения ограничиваются (Штукин, 2000; Шутов и др., 2007). Перспективны биологические мелиоранты, в частности многолетний люпин, положительное влияние которого на культурфитоценозы многогранно (Жилкин, 1965; Жилкин, Рихтер, 1964; Рихтер, 1966; Жилкин и др., 1969, 1972, 1974; Горячева, 1974; Рихтер, Рихтер, 1974; Лахтанова, Берегова, 1976; Григорьев и др., 1979; Доценко, 1981; Азиев, 1982; Штукин, 1982; Рихтер и др., 1983; Меркуль, Ровкач, 1984; Морозов и др., 1987; Штукин, 2000; Карасева, 2004 и др.), но чтобы избежать отрицательных последствий, мероприятия по биологической мелиорации лесов должны разрабатываться на зонально-типологической основе (Жилкин, 1959). Однако опыт их применения на Северо-Западе России был не всегда удачен (Ронконен, 1977; Бабич и др., 2000; Шутов и др., 2007) и вопрос остается малоизученным.

Анализ вышеизложенного материала свидетельствует о всестороннем изучении проблем и значительном объеме исследований по искусственному лесовосстановлению в таежной зоне. Накопленный научный опыт несомненно должен быть учтен при разработке ресурсосберегающих технологий создания лесных культур и способов ускоренного выращивания древесины целевого назначения на Северо-Западе таежной зоны России. Однако имеющиеся противоречия в оценках и выводах исследователей и недостаточная изученность вопросов, касающихся оценки каменистости лесных почв в целях лесовосстановления, способов обработки почвы и посадки саженцев на заложенных вырубках с завалуненными почвами, эффективности посадочного материала с закрытой корневой системой, поддержания плодородия почв, потребности культур, созданных крупномерным посадочным материалом, в агротехнических уходах и повышении экологической безопасности химического метода вызывают необходимость проведения специальных исследований.

4.1. Оценка каменистости почв в целях лесовосстановления

Каменистость лесных почв исследовалась на заложенных вырубках, которые являются основным лесокультурным объектом в условиях средней тайги. Результаты обследования 28 участков свидетельствуют о том, что по каменистости почвы очень неоднородны. Средняя глубина залегания камней по рубкам колебалась в больших пределах – от 27 до 5 см, и только на 21 % из них она составляла 20 см и более. Изменчивость по глубине их залегания в границах вырубки тоже была значительной (Соколов, 2006).

При исследовании 34-летних культур ели с картированием деревьев и каменистости почв выявлено, что даже в пределах одного участка неоднородность почвы по глубине залегания камней влияла на сохранность и рост посадок ели. Наиболее сильный отпад культур (54%) отмечен в местах залегания камней на глубине до 12 см (рис. 1).

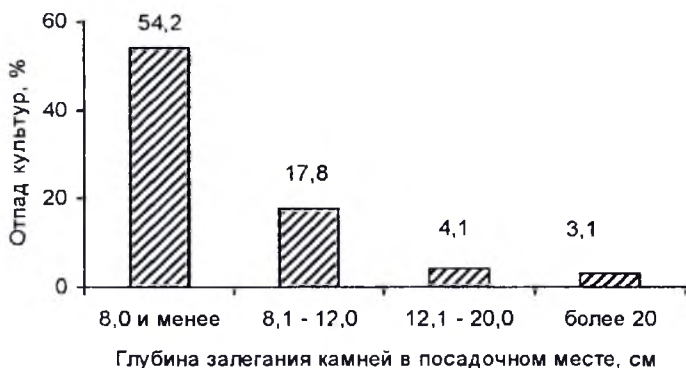


Рис. 1. Зависимость отпада 34-летних культур ели, созданных посадкой сеянцев с открытой корневой системой, от глубины залегания камней в посадочном месте

С увеличением глубины залегания камней он снизился до 3%, достоверно улучшался рост ели в высоту и по диаметру (рис. 2). Следствием отпада и неравномерного роста ели являлась неоднородная горизонтальная и вертикальная структура древостоев (рис. 3).

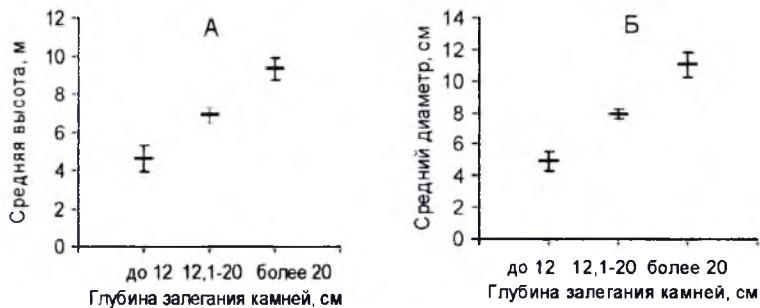
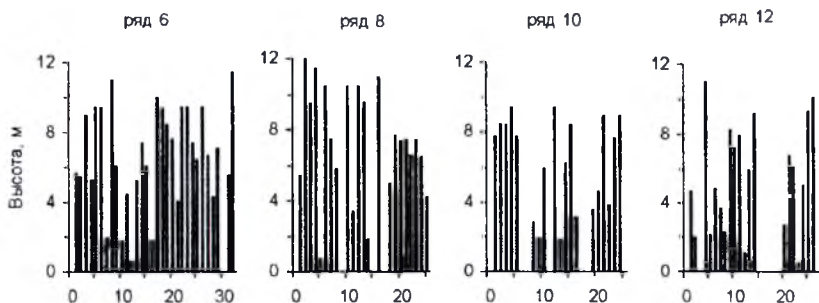


Рис. 2. Зависимость роста 34-летних культур ели по высоте (А) и диаметру (Б) от глубины залегания камней в посадочных местах
Почва – подзолистая супесчаная на завалуненном суглинке



Номера учетных деревьев в рядах культур

Рис. 3. Схема распределения деревьев по высоте в параллельных рядах 34-летних культур ели, растущих на завалуненной почве без затенения лиственными породами

Следовательно, на завалуненных почвах более важен выбор места для посадки, обеспечивающий качественную заделку корневых систем и последующий рост саженцев, чем соблюдение требований к прямолинейности и равномерности культур.

4.2. Обработка почвы

Сравнение трех способов механической обработки почвы (бурозем супесчаный сильнозавалуненный на морене) показало, что формирование небольших микроповышений (10-15 см) улучшает условия для более качественной заделки корневых систем и равномерного размещения лесных культур по площади вырубок (Соколов, 2006).

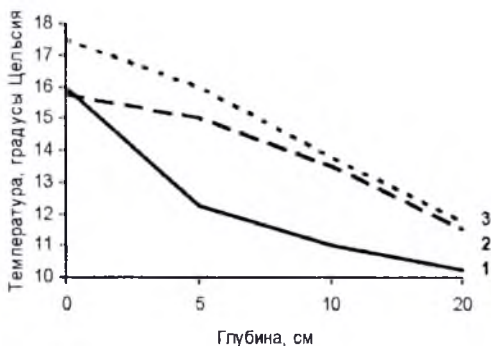


Рис. 4. Изменение температуры почвы по глубине в зависимости от способа обработки почвы: 1-без обработки; 2-удаление подстилки; 3-микроповышения

Создание микроповышений и удаление подстилки улучшали прогрессивность почвы в верхнем 20-сантиметровом слое, где размещается наиболее активная часть корневой системы деревьев (рис. 4).

Обработка почвы путем удаления подстилки сдерживала рост травянистой растительности на обработанных полосах, однако не исключала навал травы с краев полос на саженцы. Положительное влияние обработки почвы микроповышениями на прирост саженцев (3+2) ели в высоту проявилось на 3-й вегетационный период и в дальнейшем он был выше, чем в других вариантах (рис. 5). Существенных различий в ходе роста культур в высоту между вариантами с посадкой по целине и по полосам с удаленной подстилкой не наблюдалось.

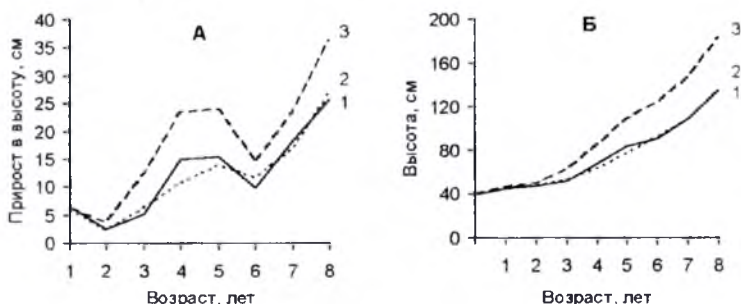


Рис. 5. Зависимость прироста (А) и хода роста (Б) в высоту 8-летних культур ели от способа обработки почвы: 1 – удаление подстилки; 2 – необработанная почва; 3 – микроповышения высотой 10-15 см

Известно, что завалушенность не является препятствием для химической обработки почвы (Кузьмин, 1971), поэтому она перспективна для условий Карелии. При полосной химической обработке почвы 5-летней вырубке сосняка черничного в первые годы отмечалось повреждение культур ели заморозками, но затем влияние этого фактора снижалось. В дальнейшем химобработка почвы способствовала ускорению роста культур ели в высоту и по диаметру. Средний объем ствола в 23-летних посадках ели превышал контроль (без гербицидов) в 3-4,5 раза, а запас – в 2,8-4,1 раза. Совместное внесение гербицидов и полного минерального удобрения оказалось наиболее эффективным (табл. 1).

Таким образом, химическая обработка почвы целесообразна на задернелых вырубках с дренированными каменистыми почвами, а также на свежих вырубках лиственных древостоев, интенсивно зарастающих травянистой растительностью и порослью лиственных пород.

Таблица 1 – Таксационные показатели 23-летних культур ели, созданных с применением химической обработки почвы на 5-летней веяниковой вырубке

Показатели		Вариант опыта			
		контроль	гербициды (далапон 30, атразин 20 кг/га по д.в.)	гербициды + N ₁₀₀	гербициды + N ₁₀₀ P ₅₀ K ₅₀
Густота, шт/га	посадки	2500	2500	2500	2500
	в год учета	2325	1925	2325	2217
Средняя высота, м		3,0±0,12	4,5±0,22	4,3±0,17	5,3±0,20
Средний диаметр, см		3,1±0,17	5,2±0,18	4,9±0,15	5,6±0,21
Запас, м ³ /га		6	17	18	25
Средний объем одного дерева, м ³ (%)		0,0025 (100)	0,0088 (352)	0,0076 (304)	0,0112 (448)

4.3. Вид посадочного материала

В данном разделе дана характеристика различных видов посадочного материала и указаны преимущества посадочного материала с закрытой корневой системой (ПМЗК). В посадках на веяниковой вырубке культуры ели созданные пятилетними саженцами (3+2) с открытой корневой системой (ОКС), по сравнению с трехлетними сеянцами, имели существенное преимущество по сохранности (61 и 19 % соответственно) и росту в высоту (рис. 6).

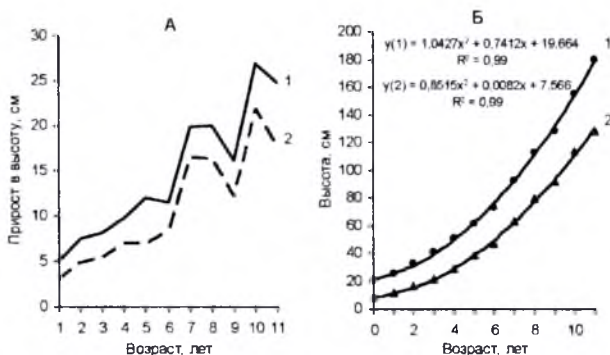


Рис. 6. Прирост (А) и ход роста (Б) в высоту 11-летних культур ели, созданных посадкой 5-летними саженцами (1) и 3-летними сеянцами (2) с открытой корневой системой на веяниковой вырубке

В посадках на двулетней вырубке ельника черничного приживаемость, сохранность культур (табл. 2), динамика их роста и отпада зависели от вида посадочного материала.

Таблица 2 – Влияние вида посадочного материала и обработки почвы на приживаемость и сохранность 7-летних культур ели и сосны, созданных разными видами посадочного материала на двухлетней вырубке ельника черничного

Вид посадочного материала	Обработка почвы	Приживаемость (сохранность) культур (%) по годам выращивания						
		1	2	3	4	5	6	7
Сеянцы ели ОКС (3)	Толкатель клиновидный ТК-1,2	98	90	70	57	57	56	55
ПМЗК ели «Энсо» (2т)	ТК-1,2	99	91	82	75	74	71	70
то же	Без обработки	99	86	82	82	82	81	80
Саженьцы ели ОКС (3+2)	Без обработки	99	97	96	96	96	95	95
ПМЗК сосны (1т) «Экопот»	ТК-1,2	97	92	87	82	82	82	80

При посадке пятилетних саженцев (3+2) заметное увеличение прироста ели в высоту наблюдалось на третий год, что обеспечило им преимущество в росте по сравнению с трехлетними сеянцами с открытой и двухлетними с закрытой корневой системой (табл. 3 и 4). На 5-й год их высота отвечала требованиям отраслевого стандарта по переводу культур в покрытые лесом земли. В этих условиях саженцы ели меньше повреждались весенними заморозками, чем сеянцы. Лучшими темпами роста обладали посадки сосны однолетним ПМЗК. В 7-летнем возрасте они превосходили культуры ели, созданных саженцами (3+2) по высоте на 14 %, а по диаметру – на 48 %.

Материалы обследования производственных культур, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой в разных лесорастительных условиях северной и средней тайги, свидетельствуют, что сохранность культур сосны в возрасте до 10 лет колебалась в больших пределах: в северотаежной подзоне – 22-99% (в среднем 73%), в среднетаежной – 45-98% (77%). Анализ отпада растений выявил 3 основные причины гибели культур в первые годы. На рубках с хорошо дренированными песчаными и супесчаными почвами – это повреждение большим сосновым долгоносиком, а на рубках с суглинистыми и влажными супесчаными почвами – вымокание в результате временного переувлажнения почвы в посадочных местах. Третьей причиной было заваливание культур опадом трав со снегом.

В культурах старше 10 лет, созданных сеянцами с открытой и закрытой корневой системой, независимо от вида посадочного материала отмечалась тенденция снижения сохранности культур с повышением плодородия почвы. Это объясняется отрицательным влиянием лиственных пород, обладающих лучшим ростом в первые 15-20 лет, по сравнению с хвойными, и слабой интенсивностью осветлений, что ведет к отпаду не только светлюбивой сосны, но и ели (табл. 5).

Таблица 3 – Динамика роста 7-летних культур ели и сосны, созданных разными видами посадочного материала, в высоту в черничном типе лесорастительных условий

Вид посадочного материала	Обработка почвы	Высота культур (в числителе – см, в знаменателе – %) по годам						
		1	2	3	4	5	6	7
Сеянцы (3) ели ОКС (контроль)	Толкатель клиновидный ТК-1,2	<u>12,8 ± 0,36</u>	<u>18,1 ± 0,42</u>	<u>25,1 ± 0,69</u>	<u>39,2 ± 0,82</u>	<u>46,8 ± 0,94</u>	<u>57,3 ± 1,14</u>	<u>75,6 ± 1,55</u>
		100	100	100	100	100	100	100
Саженьцы (3+2) ели ОКС	Без обработки	<u>26,2 ± 0,63</u>	<u>35,7 ± 0,49</u>	<u>45,9 ± 0,97</u>	<u>72,8 ± 1,27</u>	<u>90,0 ± 1,52</u>	<u>104,6 ± 1,88</u>	<u>135,6 ± 2,55</u>
		205	197	183	186	192	183	179
ПМЗК ели «Энсо» (2т)	ТК-1,2	<u>19,0 ± 0,44</u>	<u>26,4 ± 0,44</u>	<u>31,6 ± 0,64</u>	<u>45,3 ± 0,79</u>	<u>56,0 ± 1,03</u>	<u>68,6 ± 1,32</u>	<u>92,6 ± 1,82</u>
		148	146	126	116	120	120	122
то же	Без обработки	<u>20,4 ± 0,46</u>	<u>29,0 ± 0,42</u>	<u>34,9 ± 0,90</u>	<u>55,0 ± 0,98</u>	<u>62,8 ± 1,04</u>	<u>72,4 ± 1,24</u>	<u>89,8 ± 1,74</u>
		159	160	139	140	134	126	119
ПМЗК сосны «Экопот» (1т)	ТК-1,2	<u>10,0 ± 0,41</u>	<u>22,4 ± 0,50</u>	<u>34,6 ± 0,83</u>	<u>60,2 ± 1,08</u>	<u>84,4 ± 1,62</u>	<u>115,4 ± 2,19</u>	<u>155,1 ± 2,88</u>
		78	124	138	154	180	201	205

Таблица 4 – Влияние вида посадочного материала на рост 7-летних культур ели и сосны по диаметру в черничном типе лесорастительных условий

Вид посадочного материала	Обработка почвы	Диаметр корневой шейки через ... лет после посадки (в числителе – мм, в знаменателе – %)				
		2 года	4 года	5 лет	6 лет	7 лет
Сеянцы (3) ели ОКС (контроль)	ТК-1,2	<u>3,5 ± 0,10</u>	<u>7,5 ± 0,18</u>	<u>9,4 ± 0,30</u>	<u>11,6 ± 0,39</u>	<u>14,4 ± 0,47</u>
		100	100	100	100	100
Саженьцы (3+2) ели ОКС	Без обработки	<u>7,1 ± 0,14</u>	<u>12,3 ± 0,24</u>	<u>15,8 ± 0,42</u>	<u>18,6 ± 0,51</u>	<u>24,7 ± 0,61</u>
		203	164	168	160	172
ПМЗК ели «Энсо» (2т)	ТК-1,2	<u>5,0 ± 0,09</u>	<u>10,2 ± 0,20</u>	<u>14,0 ± 0,40</u>	<u>15,9 ± 0,43</u>	<u>22,2 ± 0,54</u>
		143	136	149	137	154
то же	Без обработки	<u>4,9 ± 0,07</u>	<u>10,5 ± 0,23</u>	<u>12,4 ± 0,24</u>	<u>14,4 ± 0,35</u>	<u>19,2 ± 0,53</u>
		140	140	132	124	133
ПМЗК сосны «Экопот» (1т)	ТК-1,2	<u>4,6 ± 0,14</u>	<u>14,2 ± 0,41</u>	<u>20,1 ± 0,92</u>	<u>27,3 ± 1,16</u>	<u>36,6 ± 1,25</u>
		131	189	214	235	254

Таблица 5 – Сохранность посадок сосны и ели старше 10 лет, созданных посадочным материалом с открытой и закрытой корневой системой (средняя тайга)

Бывший тип леса	Порода	Вид посадочного материала	Возраст культур, лет	Сохранность, %	Густота в год ухода, тыс.шт./га	Состав молодняка
С. бр.	Сосна	ПМЗК	11	88	2,65	4C _x 1C5Б
		ПМЗК	15	62	1,68	8C _x 1C1Б+E
		ПМЗК	18	53	1,87	6C _x 3Б1Ос+C
С. чер. свежий	Сосна	ОКС	17	32	1,00	9Б1C _x
		ОКС	17	73	3,30	8C _x 2C+E+Б
		ПМЗК	13	74	2,90	10C _x +Б
		ПМЗК	15	80	1,99	9C _x 1C+E+Б
		ПМЗК	18	12	0,27	3C _x 2Е5Б +Ос
		ПМЗК	18	12	0,27	3C2Е _x 1Е4Б
С. чер.вл.	Ель	ОКС	11	68	2,20	3C2Е _x 1Е4Б
Е. чер.	Сосна	ОКС	10	31	1,00	9C _x 1Б
		ОКС	11	74	2,45	5C _x 4Б1Ос
		ПМЗК	11	22	0,80	7Б2Ос1C _x
		ПМЗК	14	63	1,90	9C _x 1Б
		ПМЗК	14	63	1,90	9C _x 1Б
	Ель	ОКС	18	70	2,88	5Е _x 1C4Б
		ПМЗК	15	17	0,46	7C2Е _x 1Б
		ПМЗК	17	89	2,23	7Ос3Е _x
		ПМЗК	17	52	1,04	3Е _x 2C3Б2Ол+Ос
		ПМЗК	20	76	1,60	3Е _x 1C5Б 1Ос
Б. чер.-тр.	Сосна	ОКС	16	52	1,81	8C _x 2Б+E
		ПМЗК	19	0	0,02	9Ос1Б+E
		ПМЗК	19	62	1,79	9C _x 1Б
	Ель	ПМЗК	19	31	1,33	5Ол2Е _x 2Б1Ос ед.Е
		ПМЗК	19	31	1,33	5Ол2Е _x 2Б1Ос ед.Е
Б. тр.-зл.	Ель	ОКС	16	10	0,30	4Ол3Б3Ос+C ед.Е _x , Е
		ПМЗК	17	72	1,88	7Ол3Е _x +Б
		ПМЗК	20	25	1,03	8C1Е _x 1Б+Ос
		ПМЗК	21	58	1,16	5Е _x 2C3Б +Е
		ПМЗК	21	58	1,16	5Е _x 2C3Б +Е

4.4. Способы посадки

Рассмотрена эффективность пяти различных способов посадки с учетом необходимости улучшения приживаемости и роста культур, повышения производительности труда при создании культур на захламленных вырубках с дренированными завалунными почвами. Отмечается отрицательное влияние каменистости почвы на густоту посадок и трудоемкость вертикальной посадки сеянцев с открытой корневой системой под меч Колесова. Показана перспективность поверхностной посадки сеянцев сосны в специальных контейнерах и косой посадки саженцев ели с открытой корневой системой на сильнозавалунной почве (частота встречаемости камней в верхнем 15-сантиметровом слое составляла 85%). При посадке крупномерными саженцами на завалунных почвах наиболее трудоемкой операцией является подготовка лунок.

С целью ее механизации Петрозаводским госуниверситетом разработан лункообразователь Л-2 (Л-2У). Он готовит в 2–3 раза больше лунок, чем необходимо для посадки саженцев с густотой 2,5–3,0 тыс. шт. на гектар, что позволяет проводить среди них отбор кондиционных. По данным полученным в условиях Карелии применение лункообразователей при обработке почвы на вырубках снижает затраты энергии не менее, чем в 3 раза по сравнению с машинами образующими непрерывную минерализованную полосу (Цыпук, 1996). Сравнительная оценка приживаемости посадок выявила, что культуры созданные под лункообразователь Л-2 не уступали посадке под ручные инструменты (Соколов и др., 2008).

Экспериментально установлено, что полумеханизированную посадку саженцев можно проводить на вырубках с завалуненными почвами, где встречаемость камней в верхнем 20-сантиметровом слое почвы не превышает 50 %. Подтверждением этому служат культуры ели, созданные посадкой саженцев (3+2) высотой 20-30 см под лункообразователь Л-2 на свежей вырубке ельника черничного. Почва – подзол супесчаный сильнозавалуненный. Частота встречаемости камней в верхнем 20-сантиметровом слое почвы составляла 47%. Сохранность 22-летних культур ели равнялась 87%, густота – 3,7 тыс. шт./га, средний диаметр – 9 см, средняя высота – 7,8 м, относительная полнота составляла 1,0, что обеспечило формирование чистого елового древостоя.

4.5. Агротехнические уходы

Результаты исследований показали, что наибольший отпад культур, созданных саженцами (3+2) происходил в течение 2–4-го годов их роста, именно в этот период обычно отмечается максимальное развитие травянистой растительности на злаковых типах вырубок. Сохранность культур за эти три года снизилась на вейниковой вырубке на 10%, вейниково-луговиковой – на 23% и вейниково-широкоотравной – на 66% (табл. 6). В последующие годы, когда ель начинает выходить из-под полога трав, интенсивность отпада уменьшается.

Таблица 6 – Динамика приживаемости (сохранности) культур ели, заложенных 5-летними саженцами на разных типах злаковых вырубок, %

Возраст культур, лет	Тип вырубки		
	вейниково-луговиковый	вейниковый	вейниково-широкоотравный
1	95	100	99
4	72	90	33
8	63	88	27

Заметное отрицательное влияние травянистой растительности на прирост ели в высоту проявилось с 4-го по 6-й год после посадки, а на вей-

вейниково-широколиственной вырубке оно отмечалось и в дальнейшем (рис. 7), что указывает на необходимость агротехнических уходов. На вейниковых вырубках рекомендуется один химический уход на 3-й год, на вейниково-луговых два ручных (3-й и 4-й год) или один химический (3-й год). На вейниково-широколиственных агротехнические уходы следует начинать со второго года и проводить их в течение минимум 4-х лет или заменить на 2 химических. При использовании современных баковых смесей гербицидов финансовые затраты на агротехнические уходы снижаются в 1,9 раза, трудозатраты – в 17 раз (Егоров и др., 2000; Трофимов, 2006).

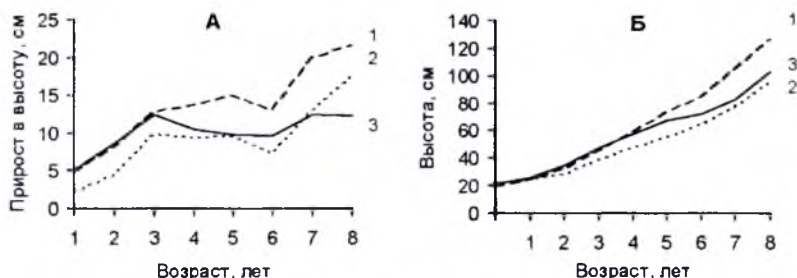


Рис. 7. Прирост (А) и ход роста (Б) культур ели в высоту в зависимости от типа вырубки: 1 – вейниковый; 2 – вейниково-луговой; 3 – вейниково-широколиственный

При обосновании экологически безопасных технологий создания лесных культур на вырубках задачей агротехнических уходов должно быть не полное уничтожение травянистой растительности, а подавление наиболее вредоносных видов с целью ограничения их отрицательного влияния на хвойные породы. Повышение экологической безопасности химического ухода достигается путем нанесения гербицидов системного действия непосредственно на надземную часть растений (Соколов и др., 1979; Штукин, 2000). Проведенные исследования показали, что на вейниковой вырубке нанесение гербицида (29 июня) только на наземную часть трав лубрикатом, разработанным в лаборатории лесовосстановления Института леса КарНЦ РАН, по своей эффективности не уступало опрыскиванию (Шубин и др., 1991). После контактной обработки (лубрикации) глифосатом развитие злаков сдерживалось в течение двух лет, а в составе травяного покрова преобладали низкостебельные растения, которые не представляли опасности для культур (рис. 8). При опрыскивании у 47–48% елей были повреждены побеги и от 5 до 18% культур погибли. При контактной обработке у 15% растений отмечено повреждение побе-

гов, что объясняется несовершенством опытного образца лубрикатора. На контроле 10% саженцев погибли, а 23% – были завалены травой. Контактная обработка нежелательной растительности (2 августа) уталом 18 и 36%-й концентрации не повлияла на рост ели, но на 30–36% повысила сохранность культур. Это подтверждает, что наибольшую опасность для посадок представлял навал отмершей травы.

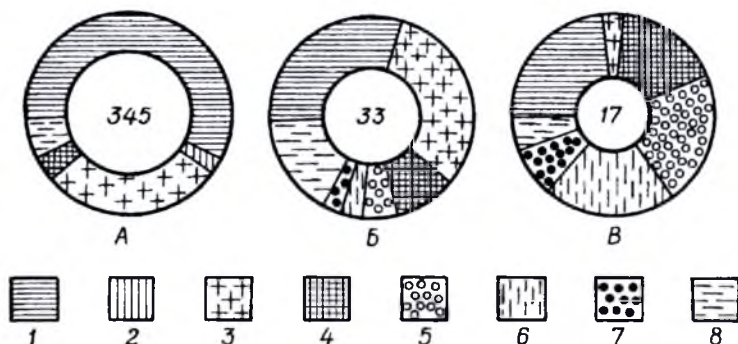


Рис. 8. Влияние контактной обработки глифосатом на видовой состав и массу травянистой растительности:

1 – ве́йник, 2 – луговик, 3 – иван-чай, 4 – костяника, 5 – ландыш, 6 – майник, 7 – седмичник, 8 – разнотравье (цифрами указана воздушно-сухая масса растений, г/м²); А – контроль; Б – 2 кг/га; В – 3 кг/га (по д.в.);

В мелкоделяночном опыте с нанесением поролоновой кистью раствора раундапа в разведении 1:9 на листья березы установлено, что высокая эффективность контактной обработки достигается при нанесении гербицида не менее, чем на 50 % листовой поверхности кроны.

4.6. Биологические мелиоранты

Неудачный опыт введения многолетнего люпина в плантационные культуры сосны на подзолистых почвах Ленинградской области (Шутов и др., 2007) послужил основанием для проведения специальных исследований по выявлению и устранению причин низкой приживаемости посевов люпина на вырубках. Их результаты свидетельствуют о том, что в почвах на вырубках хвойных древостоев таежной зоны условия для вступления клубеньковых бактерий в симбиоз с люпином, даже при инокуляции ими семян, неблагоприятны. В этом заключается причина низкой сохранности и плохого роста посевов люпина. Внесение в посевную строку зольного шлама (отхода ЦБК), который снижает кислотность почвы и содержит ряд веществ благоприят-

вующих развитию азотфиксирующих бактерий, стимулировало процесс образования клубеньков на корнях, улучшало рост многолетнего люпина, повышало урожай семян и создавало условия для последующего его расселения по площади вырубки (табл. 7).

Таблица 7 – Зависимость роста и семеношения двулетних посевов люпина от способа предпосевной обработки семян и внесения удобрений на вырубке ельника черничного

Вариант опыта	Высота		Проекция кроны		Воздушно-сухая масса		Количество, шт. на 1 пог.м	
	см	t	см	t	г на 1 пог.м строки	t	цветущих побегов	семян
Контроль (без обработки)	15 ± 0,9	–	14 ± 1,5	–	3,0 ± 1,2	–	0	0
Эталон (инокуляция семян)	22 ± 1,5	4,02	28 ± 2,9	4,44	11,7 ± 2,7	2,99	0,2	0
Молибден (0,5 г на 1 кг семян)	40 ± 4,9	4,91	37 ± 6,2	5,22	68,6 ± 45,0	1,45	1,9	297
Зольный шлам (60 см³ на 1 пог.м строки)	60 ± 5,0	8,76	52 ± 4,9	7,52	157,9 ± 56,7	2,73	4,0	655
Зольный шлам + молибден	74 ± 2,9	19,23	62 ± 3,4	13,13	158,1 ± 26,9	5,74	6,7	996

Установлено, что люпин не оказал отрицательного влияния на сохранность культур ели, созданных 5-летними саженцами высотой 20-30 см. Под влиянием люпина отмечено достоверное увеличение диаметра (на 26%) и высоты (на 27%) ели, что указывает на перспективность применения биомелиорантов при целевом выращивании культур хвойных пород в условиях средней тайги.

На основании полученных материалов сформулированы основные требования к экологически безопасным технологиям создания культур ели на нераскорчеванных вырубках с дренированными завалуненными почвами.

ГЛАВА 5. ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ОПЫТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ХВОЙНЫХ ПОРОД

Наиболее ценными лесообразующими древесными породами на Северо-Западе таежной зоны России являются сосна, ель и лиственница. Однако к настоящему времени в результате антропогенного воздействия в наиболее продуктивных лесорастительных условиях они вытеснены лиственными породами, поэтому необходимы меры по восстановлению ресурсного потенциала сосны и ели, а также сохранению генофонда лиственницы.

5.1. Сосна обыкновенная

После сплошных рубок продуктивных хвойных древостоев вырубки интенсивно зарастают лиственными породами, заглушающими в первую очередь светолюбивую сосну, но результативность ухода за молодняками в России остается низкой (Кашпор, 2007; Ермоленко, 2009). Одним из путей решения проблемы является применение интенсивных осветлений лесных культур (Поликарпов, 1962; Бузыкин, Пшеничникова, 1980; Шутов, Мартынов, 1974; Зимин, Кузьмин, 1980; Красновидов, 1983; Чибисов, Минин, 1988 и др.), однако выполнение их традиционным способом (рубка лиственных) очень трудоемко. Наиболее производителен химический метод, который был проведен в России на площади более 3 млн. га. Однако сведений о длительных последствиях такого воздействия на лесные фитоценозы, представляющих большой научный и практический интерес, крайне недостаточно (Шутов и др., 1998). При лесоводственной оценке интенсивных уходов вопрос о динамике состава и запаса древостоев является одним из наиболее важных.

При территориальной ограниченности эксплуатационного фонда обеспечить устойчивость пользования древесиной на перспективу можно за счет создания лесосырьевых плантаций (Шутов, Маслаков, Маркова, 1977; Штукин, 2000; Керл и др., 2004; Гелес, 2007; Шутов и др., 2007; Усень, Крук, 2009; Моисеев, 2010; Царев, 2010), но рекомендуемые для таежной зоны технологии плантационного лесовыращивания в силу особенностей почвенно-климатических условий Карелии не получили широкого применения. Вместе с тем, опыт плантационного лесовыращивания, основанный на использовании наиболее эффективных технологий, может оказаться полезным для обоснования способов ускоренного выращивания древесины сосны целевого назначения на вырубках с завалуненными почвами и требует изучения.

Результаты наших исследований на экспериментальных (Кузьмин, 1976) и производственных объектах Карелии показали, что независимо от способа ухода сформировались сосняки оптимального породного состава, где доля сосны составляла 9 единиц. Однократное интенсивное осветление культур препаратом 2,4-Д обеспечило выход сосны в первый ярус. Во всех вариантах с интенсивным уходом средняя высота сосны была на 2,1-2,6 м выше, чем у березы. Подавление конкуренции лиственных пород положительно сказалось на росте сосны по диаметру, который в 50-летних культурах был на 21-25% больше, чем на контроле. После интенсивных осветлений общий запас растущей древесины восстановился до уровня контроля к концу второго класса возраста. В 50 лет в вариантах с уходом он составлял от 235 (авиахимуход) до 255 м³/га (рубка лиственных деревьев) и превысил контроль на 30-50 м³/га, а по запасу сосны – в 1,8-2 раза (табл. 8).

На участках, оставленных под естественное заращивание, сформировались лиственные древостои с преобладанием березы (8 единиц) и осины (1 единица состава). Под их пологом наблюдалось слабое возобновление ели. Березняки по общему запасу древесины уступали культурам сосны, пройденным интенсивным уходом, на 24-29 %, а по запасу хвойной древесины – в 22-27 раз.

Таблица 8 – Динамика запаса растущей древесины в зависимости от способа осветлений 14-летних культур сосны

Способ ухода	Запас древесины в возрасте культур, лет					
	24		38		50	
	Общий	Сосна	Общий	Сосна	Общий	Сосна
Контроль	<u>69</u>	<u>25</u>	<u>173</u>	<u>87</u>	<u>205</u>	<u>119</u>
	100	100	100	100	100	100
Ручной	<u>42</u>	<u>38</u>	<u>174</u>	<u>162</u>	<u>255</u>	<u>243</u>
	61	151	101	185	125	204
Базальный	<u>37</u>	<u>32</u>	<u>160</u>	<u>136</u>	<u>250</u>	<u>224</u>
	53	126	92	155	122	188
Авиахимический	<u>38</u>	<u>36</u>	<u>169</u>	<u>152</u>	<u>235</u>	<u>217</u>
	55	145	98	174	115	182

Примечание. Числитель – м³/га, знаменатель – проценты

Опасения по снижению устойчивости чистых хвойных древостоев искусственного происхождения под влиянием интенсивных уходов, которые приводятся в ряде научных публикаций (Молоткова, Шабунин, 1992; Стороженко, 1992), на данном возрастном этапе не подтвердились.

Объектами исследований по ускоренному выращиванию культур сосны целевого назначения были 54-летние плантационные культуры сосны, созданные на вырубке ельника черничного с сильнозавалуненной (встречаемость камней в верхнем 20-сантиметровом слое – 55-60%) подзолистой супесчаной почвой, заложенные Петрозаводской ЛОС ЛенНИ-ИЛХа в 1953 году. При сравнении методов создания культур установлено, что на протяжении всего периода наблюдений посадки превосходили посевы по росту в высоту и диаметру.

Анализ динамики запасов растущей древесины в течение 18 лет после последнего приема лесоводственных уходов подтвердил преимущество посадок перед посевами. Разница между ними по этому показателю (без удобрений) в 38 лет составляла 25-40, в 43 года – 21-35, а в 54 – 16-37%. К 54-летнему возрасту в целом он достиг 408-468 м³/га, в посевах – 295-412 м³/га. Посадки росли по I классу бонитета, а посевы по I-II. По всем указанным показателям древостои сосны отвечали требованиям, предъявленным к плантационным культурам (табл. 9).

Таблица 9 – Таксационная характеристика 54-летних культур сосны в зависимости от режима выращивания в черничном типе лесорастительных условий

№ пр. пл.	Проведенные мероприятия в возрасте культур, лет		Густота культур, тыс. шт./га		Высота, м	Диаметр, см	Полнота		Запас растущей древесины м³/га	Класс бонитета
	разреживание	внесение удобрений	первоначальная	в год учета			абсолютная, м²/га	относительная		
Посев										
2	16 и 36	—	6,40	1,79	19,8	17,0±0,30	42,2	1,3	394	I
3	27	27, 34, 38	1,90	1,04	20,0	19,2±0,38	31,9	0,9	304	I
3-а	27	—	1,90	1,04	21,0	19,5±0,39	32,5	0,9	320	I
4-1	25 и 36	—	6,60	1,55	18,6	15,8±0,46	33,0	1,0	295	II
4-2	25 и 36	—	6,60	1,84	17,9	15,1±0,36	35,4	1,1	313	II
4-3	25 и 36	—	6,60	1,82	18,2	15,7±0,45	37,3	1,2	333	II
4-4	не проводили (контроль)		6,60	1,90	18,6	14,9±0,35	34,8	1,1	316	II
18	16, 25, 36	—	6,60	1,74	19,7	16,4±0,37	39,9	1,2	380	I
18-а	16, 25, 36	26, 33, 37	6,60	1,54	20,4	18,2±0,31	42,2	1,2	412	I
Посадка										
5	16 и 36	—	4,10	1,60	21,4	19,0±0,36	47,5	1,4	468	I
5-а	16 и 28	28, 34, 38	4,10	1,01	21,3	22,3 ±0,49	41,0	1,2	408	I
5-б	16	28, 34, 38	4,10	1,26	21,2	20,8±0,41	44,9	1,3	442	I

Оценка товарной структуры этих древостоев показала, что в насаждениях, созданных посевом доля мелкой древесины равнялась 70-75%, а в посадках ее количество было прямо пропорционально густоте стояния. При возрастании густоты посадок с 1,0 до 1,6 тыс. шт./га участие мелких сортиментов в составе деловых увеличилось с 30 до 48% (табл. 10), что подтверждает целесообразность регулирования густоты древостоя в процессе выращивания. К сожалению, в Карелии это мероприятие практически не проводится. Трехкратное внесение минеральных удобрений оказало положительное влияние на рост сосны в толщину и позволило достичь целевого диаметра на балансы (22 см). Однако из-за высокой стоимости удобрений, а также относительно слабой реакции на них молодняков сосны в настоящее время внесение удобрений в культурах сосны I-II класса возраста становится экономически невыгодным. Их применение возможно в средневозрастных древостоях, у которых оптимально сочетается высокая продуктивность хвои и ее общая масса, что обеспечивает максимальный прирост (Казимиров, Горбунова, 1981).

Таблица 10 – Распределение запаса деловой древесины по категориям крупности в 54-летних культурах сосны

№ пр. пл.	Запас растущей древесины, м³/га				
	общий	в том числе деловая			
		крупная	средняя	мелкая	итого
Посев					
2	394	0	137	215	352
3	304	2	140	131	273
3-а	320	2	154	131	287
4-1	295	0	81	177	258
4-2	313	0	71	200	271
4-3	333	0	89	205	294
4-4	316	0	67	208	275
18	380	0	158	140	298
18-а	412	0	169	201	370
Посадка					
5	468	1	215	204	420
5-а	408	11	245	113	370
5-б	442	5	237	158	399

Темпы текущего прироста по запасу 54-летних культур сосны за последнее десятилетие составляли в посевах 5,5-7,2, а в посадках – 9,5-11,0 м³/га. Поэтому сплошная рубка древостоев на балансы в данном возрасте неоправдана. Предлагается при прореживании изъятие до 30% запаса древостоя (около 100 м³/га) балансовой древесины, с оставлением 700-900 деревьев для дорастивания на крупный пиловочник.

Сравнение себестоимости выращивания 1 м^3 древесины производственных культур сосны, растущих в Карелии по I классу бонитета (данные О.И. Гавриловой, 2012) с вариантом (вар. 5) предусматривающим освещение и двукратное разреживание древостоев показало, что затраты во втором случае на 5,80 руб. ниже, а запас сосны на 1 га в 1,8 раза выше. Это подтверждает вывод финских и белорусских лесоводов (Куусела, 1991; Штукин, Подошвелев, 2004), что целевое выращивание лесных культур экономически выгодно и указывает на целесообразность перехода на интенсивные методы лесовыращивания в наиболее продуктивных типах лесорастительных условий.

Разреживание древостоев и комплексный уход способствовали снижению базисной плотности древесины, что находит подтверждение в работах О.И. Полубояринова (1976) и В.И. Мелехова с соавторами (2003). Тем не менее древесина сосны, полученная при испытанных технологиях ускоренного выращивания при средней ширине годичного слоя равной 1,9-2,2 мм, по содержанию поздней древесины (27-29%) и базисной плотности (от 405 до 443 кг/м^3) не уступала древесине сосняков естественного происхождения таежной зоны Европейской части России, равным, соответственно, 23-30% и 405-436 кг/м^3 (Полубояринов, 1976). По сучковатости стволов 100% древесины в посевах относилось к первому сорту, а в посадках – 83%.

Лесопатологическая оценка средневозрастных культур сосны, выращенных в плантационном режиме показала, что проводимые лесоводственные мероприятия, направленные на ускорение роста культур, не оказали заметного отрицательного влияния на устойчивость средневозрастных древостоев сосны. Известный возбудитель корневой гнили опенок осенний (*Armillariella mellea*), который встречался на данном объекте, выступал в роли факультативного паразита, поселяющегося только на ослабленных и угнетенных деревьях, ускоряя их отмирание.

Таким образом, исследованные технологии ускоренного выращивания сосны позволяют в условиях средней тайги получать качественную древесину, как на балансы, так и на пиловочник, в объемах соответствующих плантационным культурам.

5.2. Ель обыкновенная

Известно, что культуры ели требуют плодородных почв, в первые годы растут медленно, повреждаются заморозками, заглушаются листовыми породами (Декатов, 1961; Калякин, 1977; Родин, 1977; Зимин, Кузьмин, 1980; Ларин, 1980; Козявин, 1989; Шубин и др., 1991; Шутов и др., 1998; Бабич и др., 2006 и др.), поэтому нередко оказываются мало-

эффективными. Однако возрастающая потребность предприятий в качественном сырье вызывает необходимость разработки способов выращивания древесины ели целевого назначения в ускоренном режиме с учетом лесорастительных и экономических условий республики. Наличие большого количества культур ели, зарастающих листовыми породами, требует решения проблемы их осветления качественно и в полном объеме. Актуален вопрос первоначальной густоты культур, так как от неё во многом зависит стоимость их создания, строение по диаметру, товарная структура и устойчивость древостоев, число уходов (Георгиевский, 1957; Майоров, 1968; Калининченко и др., 1973; Мартынов, 1974; Кайрюкштитс, Юодвалькис, 1976; Писаренко, Мерзленко, 1979; Мерзленко, 1981; Морозов и др., 1983; Цинкович, Барышева, 1990; Редько, Мерзленко, 1992; Штукин, 1997; Рогозин, Разин, 2000; Мерзленко, Бабич, 2002; Маркова и др., 2004; Шутов и др, 2007; Лейнонен и др., 2009; Калякин, 2012 и др.).

Экспериментально установлено, что однократная сплошная обработка 5-летних культур ели уталом обеспечивает формирование еловых молодняков оптимального породного состава (8Е2С). При коридорном способе химического ухода в 14-летних молодняках доминировали листовые породы (5ОлЗОс1Е1С ед.Б) и культуры нуждались в повторном осветлении.

Сравнение разных способов удаления листовых пород проведено в 24-летних культурах ели, созданных И.А. Кузьминым (1987) на 4-летней вырубке ельника черничного. Из-за высокой завалуненности почвы посадка сеянцев проводилась в лунки подготовленные мечом Колесова с последующей засыпкой корневых систем почвой, взятой в местах вывала деревьев. В двух вариантах поросль листовых была вырублена в год посадки. На одном из них через 4 года новую поросль листовых пород обрабатывали арборицидом 2,4,5-Т. На контроле уходы не проводили. Полученные данные свидетельствуют о том, что сплошная химическая обработка способствовала ускорению роста ели в высоту и толщину, формированию чистых еловых древостоев. При рубке листовых ель оказалась под пологом осыны и березы (высота 8,0 и 7,9 м). На контроле (без ухода) культуры ели находились в угнетенном состоянии. Об этом свидетельствовал и коэффициент зонтичности кроны (Чмыр, 1971), который соответственно равнялся 0,4; 0,8; и 1,2. Через 20 лет после сплошной обработки препаратом 2,4,5-Т (2 кг/га по д.в.), средняя высота ели превышала контроль в 3,6 раза, а при рубке листовых – 1,7 раза. Изменчивость культур по высоте была высокой. Наиболее интенсивно процесс дифференциации деревьев шел при полном удалении листовых пород (табл. 11).

Таблица 11 – Рост 24-летних культур ели в зависимости от способа ухода

Вариант опыта	Кол-во лет после ухода	Средняя высота, см	t	Асимметрия
Контроль	5	43 ± 1,1	—	-0,05
Рубка лиственных пород		58 ± 1,7	7,4	0,28
Химический уход		86 ± 3,8	11,0	0,13
Контроль	10	67 ± 1,6	—	0,26
Рубка лиственных пород		99 ± 2,6	10,4	0,34
Химический уход		179 ± 7,0	15,5	0,04
Контроль	15	99 ± 2,1	—	0,65
Рубка лиственных пород		156 ± 4,5	11,3	0,43
Химический уход		310 ± 11,4	18,2	-0,12
Контроль	20	130 ± 3,2	—	1,17
Рубка лиственных пород		217 ± 6,6	11,8	0,39
Химический уход		468 ± 15,2	21,7	0,28

Анализ хода дифференциации ели по высоте и перехода деревьев в разные ранговые группы в зависимости от способа ухода выявил, что с возрастом ранговое положение их стабилизировалось и после 9 лет переход деревьев из двух высших ранговых групп в низшие был редким, что позволяет начинать разреживание культур и отбор деревьев-лидеров. Полученные материалы говорят о том, что опасность потери прироста от повреждения ели заморозками при интенсивном освещении культур ниже, чем от заглушения её лиственными породами.

Далее рассматривается вопрос густоты посадки при создании культур сеянцами и саженцами с открытой корневой системой на вырубках с завалунными почвами, в том числе при плантационном методе выращивания.

Результаты исследований 31-летних опытных культур разной густоты, созданных посадкой 4-летних сеянцев из временного питомника, свидетельствуют, что с увеличением первоначальной густоты с 2,5 до 10 тыс. шт./га средний диаметр ели уменьшался. Существенное снижение высоты культур ели отмечено только при густоте 10 тыс. шт./га. Повышение густоты культур сопровождалось увеличением запасов древесины, но вело к накоплению деревьев низших ступеней толщины. Зависимость между таксационными показателями у 1000 лучших деревьев, которые в перспективе образуют древостой, была иная. С повышением первоначальной густоты культур у них наблюдалась тенденция увеличения среднего диаметра, а по высоте заметных различий не обнаружено (табл. 12). В то же время отмечено увеличение разницы между средними высотами всего древостоя и 1000 деревьев-лидеров. Отсюда следует, что наиболее крупные деревья слабо реагируют на повышение густоты. Поэтому направленный отбор лучших

деревьев-лидеров и уход за ними позволяет ускорить рост культур и сократить сроки получения крупной древесины, что подтверждают данные ЛенНИИЛХа, полученные в условиях южной тайги (Сеннов, Соколовский, 1984; Шутов и др., 1984).

Таблица 12 – Таксационные показатели 1000 лучших деревьев 31-летних культур ели в зависимости от густоты посадки

Показатель	Схема посадки, м			
	2,0 x 2,0	1,5 x 2,0	2,0 x 1,0	1,0 x 1,0
Густота посадки, тыс. шт./га	2,5	3,3	5,0	10,0
Средний диаметр, см	9,6	10,6	10,9	11,1
Средняя высота, м	9,5	10,1	10,7	10,2
Относительная высота	0,99	0,95	0,98	0,92
Запас, м ³ /га	40	53	57	55
Доля от общего запаса, %	80	84	72	47

Приводятся результаты исследований 41-летних опытных плантационных культур ели разной густоты, созданных Петрозаводской ЛОС ЛенНИИЛХа на вырубке ельника черничного со среднеподзолистой супесчаной завалуненной почвой (встречаемость камней в ее верхнем 20-сантиметровом слое составляла 51%), выращенных с применением разреживаний и удобрений. Установлено, что они имели высокую продуктивность и их показатели были близки к прогнозным моделям хода роста плантационных культур, разработанным ЛенНИИЛХом (1988), но с отставанием на 3-5 лет, что связано с разницей в почвенно-климатических условиях регионов. С возрастом наблюдалось повышение продуктивности древостоев с III-IV до I-II класса, за исключением контрольного варианта с густотой 1 тыс. шт./га. Трехкратное внесение минеральных удобрений ($N_{100}P_{100}K_{100} + N_{100}P_{100}K_{100} + N_{150}$) повышало продуктивность древостоев на один класс бонитета. Оно было более эффективным в культурах с начальной густотой 3 и 2 тыс. шт./га (табл. 13). Анализ динамики роста древостоев показал, что культуры ели созданные двулетними сеянцами на протяжении всего периода отставали в росте по диаметру и запасу от культур созданных четырехлетними саженцами (2+2), но в последние годы их текущий прирост по запасу стал нарастать и превысил 11 м³/га.

В 41-летних культурах с густотой 4,0 тыс. шт./га отмечавшееся ранее положительное влияние удобрений на таксационные показатели древостоя уже не прослеживалось. Это объясняется тем, что, во-первых, после удаления отставших в росте деревьев сохранились, в основном, экземпляры, предрасположенные к быстрому росту. Во-вторых, действие минеральных удобрений закончилось и без дополнительного воздействия из-

вне, биологическая система стала приходить в соответствие с продуктивностью условий местопрорастания, что подтверждает динамика радиального прироста ели, который через 6 лет после последнего приема внесения удобрений стал ниже, чем на контроле (рис. 9).

Таблица 13 – Таксационная характеристика 41-летних культур ели разной первоначальной густоты, выращенных с применением разреживаний и удобрений

Вид посадочного материала	Вариант опыта	Густота, тыс. шт./га		Средние		Полнота	Запас древесины, м ³ /га
		исходная	стояния	диаметр, см	высота, м		
Саженьцы	удобрения	4,0	1,47	16,5	15,8	1,1	253
То же	контроль	4,0	1,37	16,9	15,9	1,1	249
То же	удобрения	3,0	1,51	17,0	15,2	1,3	280
То же	контроль	3,0	1,40	15,2	14,0	0,8	181
То же	удобрения	2,0	1,52	16,5	16,3	1,2	266
Сеянцы	контроль	2,0	1,43	14,8	13,8	0,8	175
Саженьцы	удобрения	1,0	0,92	18,0	14,8	0,9	177
То же	контроль	1,0	0,91	16,3	13,3	0,8	132

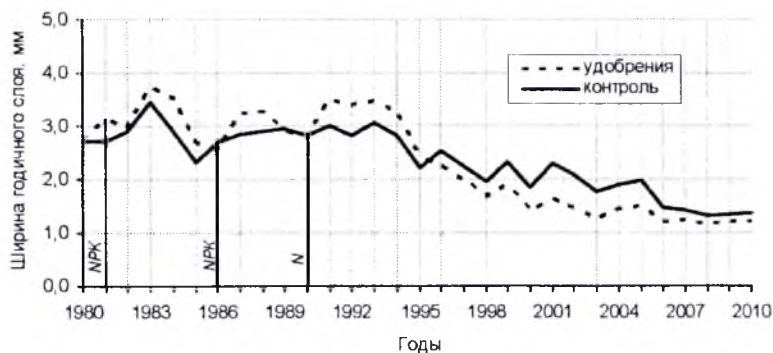


Рис. 9. Динамика радиального прироста 41-летних посадок ели с исходной густотой 4000 после внесения минеральных удобрений

Высокий текущий прирост по запасу ($8 - 15 \text{ м}^3/\text{га}$), который в 1,8-2,7 раза превосходил средний, указывает, что культуры не достигли количественной спелости. Выявлено, что создавать культуры ели по целине с первоначальной густотой менее 2,0 тыс. шт./га нежелательно, поскольку они сильнее повреждаются заморозками. Это ведет к образованию многовершинности и повышенной сучковатости в комлевой части ствола (табл. 14).

Таблица 14 – Количество многовершинных деревьев в 33-летних культурах ели в зависимости от густоты посадки

Первоначальная густота культур, тыс. шт./га	Количество многовершинных деревьев по вариантам, %	
	контроль	удобрения
1,0	12,6	14,0
2,0	4,6	5,2
3,0	0,7	2,3
4,0	3,6	0,7

5.3. Лиственница сибирская

На северо-западе ареала лиственницы сибирской в результате антропогенного воздействия, низких урожаев семян, сокращения площадей пройденных пожарами, к которым она более устойчива, чем другие древесные породы, а также особенностей её биологических свойств, произошло существенное уменьшение площадей лиственничников, снижение продуктивности древостоев, ухудшение генофонда этой ценной породы, поэтому необходимы меры не только по сохранению, но и восстановлению лиственницы (Алексеев, Молчанов, 1938; Дылис, 1947; Тимофеев, 1948; Шиманюк, 1949; Капшер, 1954; Молчанов, Преображенский, 1957; Крутов, Волкова, 1967; Тренин, 1975; Кашин, Козобродов, 1994; Беляев и др., 2002; Козловский, Сунгуров, 2002; Торхов, Трубин, 2002; Павлов, Миронов, 2003; Карасева, 2004; Тихонов, Наквасина, 2008 и др.).

В данном разделе на основе научных публикаций рассмотрена экология лиственницы сибирской. Сделан вывод, что естественное возобновление лиственницы по ряду причин идет неудовлетворительно, а ее культуры не всегда удачны. Противоречивы сведения о взаимоотношениях сосны с лиственницей и продуктивности их культур в черничных и кисличных типах лесорастительных условий (Преображенский, 1953; Лантратова, 1957; Калинин, 1959, 1965; Синькевич, 1959; Сбоева, Лисенков, 1960; Сбоева, 1961; Гавриленко, 1964; Калинин, 1965; Мелехов и др., 1966; Чскризов, 1968; Калинин, 1972, 1992; Бабич, Мочалов, 1982; Прокопьев, 1982; Горев, 1983; Поляков и др., 1986; Маркова, Жигунов, 1999; Чернов, 2002; Вараксин, 2004 и др.), что послужило основанием для постановки вопроса о целесообразности создания культур лиственницы в Карелии (Валяев, 1977). Однако сопоставимые данные по сохранности, росту и продуктивности культур лиственницы и сосны в одинаковых лесорастительных условиях, необходимые для его решения отсутствуют.

Анализ материалов лесоустройства и результатов исследований показал, что в условиях средней тайги в кисличном типе лесорастительных условий лиственница по росту превосходит сосну. Установлено, что лучшим объектом для культивирования лиственницы в условиях Карелии являются вырубки с буроземными супесчаными почвами, где она конку-

рентоспособной сосны. Это подтверждают результаты исследований динамики изреживания деревьев в биогруппах смешанных посевов и отпада биогрупп, роста в высоту и по диаметру (табл. 15).

В данных условиях она может формировать лиственничные древостои.

Таблица 15 – Ранжированное распределение деревьев по диаметру в 38-летних лиственнично-сосновых культурах, созданных посевом в площадки по гари, в кисличном типе лесорастительных условий

Ранг	Средний диаметр, см	Число деревьев по породам, %		
		лиственница	сосна	береза
I	21,9±2,58	78	22	0
II	15,5±1,35	61	38	1
III	11,5±1,10	56	35	9
IV	8,3±0,97	53	33	14
V	4,3±1,39	58	15	27

Таблица 16 – Характеристика 30-летних культур сосны и лиственницы, созданных посадкой семян в черничном типе лесорастительных условий

Показатели		Лиственница	Сосна
Состав древостоя		9Лп1С + Б, ед. Е	10С + Е ед. Б, Ол
Густота,	посадки	2500	2500
	в год учета	1050	1580
Сохранность культур, %		42	61
Высота средняя, м		15,0	11,7
Диаметр средний, см		14,2	13,1
Относительная высота		1,05	0,89
Запас, м ³ /га		136	155
Средний объем одного дерева, м ³ /%		0,129/130	0,098/100

Снижение плодородия почвы лиственница компенсирует увеличением площади корневой системы, что усиливает корневую конкуренцию и ведет к изреживанию древостоев. Сохраняются наиболее крупные деревья (табл. 16), но их доля в спелых древостоях не превышает трех единиц состава (Соколов, 2006). По материалам исследований даны предложения по совершенствованию технологии создания культур лиственницы на нераскорчеванных вырубках с завалунными почвами.

ГЛАВА 6. БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АГРОТЕХНИКИ СОЗДАНИЯ КУЛЬТУР КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

Карельская береза (*Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Anti) является редким древесным растением. Благодаря уникальной древесине, а также в связи с ограниченностью ресурсов и локальностью про-

израстания она высоко ценится на мировом рынке. В результате браконьерских рубок и естественного отмирания деревьев численность карельской березы в республике снизилась наполовину (Ветчинникова, 2004). Естественного возобновления карельской березы семенным путем не происходит и она находится на грани исчезновения, поэтому необходимы меры по сохранению её генофонда и восстановлению ресурсного потенциала (Ветчинникова, и др., 1998; Ветчинникова, 2004; Щурова, 2006). В сложившейся ситуации основным путем решения проблемы является искусственное лесовосстановление, однако эффективность его в условиях Карелии крайне низкая, что требует тщательного анализа применяемой агротехники создания культур карельской березы.

Рассматриваются способы размножения карельской березы, а также влияние лесорастительных условий, вида посадочного материала, обработки почвы, размещения и густоты посадок на сохранность и рост ее культур (Соколов, 1950, 1959, 1970; Любавская, 1966; Ермаков, 1970; Редько, Евдокимов, 1979; Евдокимов, 1981, 1989; Багаев, 1984, 1987; Лаур, 1987; Ветчинникова, 1998, 2004, 2005; Машкина и др., 2008; Новицкая, 2008 и др.). Анализ современного состояния искусственного лесовосстановления показал, что при совершенствовании технологии создания культур карельской березы необходимо учитывать ряд факторов, степень воздействия которых в значительной мере определяется лесорастительными условиями. Определены лесокультурные объекты, способы очистки лесосек и обработки почвы, а также виды посадочного материала. Выявлено, что в отдельные годы, даже во время вегетационного периода, значительные повреждения культурам карельской березы наносят мышевидные грызуны (табл. 17), что объясняется ее повышенной кормовой ценностью. Поэтому в годы пика их численности создавать культуры карельской березы не рекомендуется. Наибольший ущерб мышевидные грызуны наносят в первые годы после посадки, в последующем карельская береза повреждается зайцами и лосями. Отмечено, что применяемые технологии создания культур карельской березы на вырубках и бывших сельхозугодьях трудоемки, так как требуют больших затрат на уход за культурами и защиту их от вредителей.

Проблему воспроизводства ресурсов карельской березы и сохранения ее генофонда предлагается решать двумя путями. Первый - совершенствование технологий создания культур. Основное внимание здесь должно уделяться устранению негативных факторов, снижающих сохранность, ослабляющих рост карельской березы и подавляющих формирование узорчатой древесины. Второй – подбор объектов

для выращивания культур, где влияние указанных факторов минимально. В данном случае особый интерес представляют нарушенные земли, нуждающиеся в лесной рекультивации.

Таблица 17 – Повреждаемость посадок карельской березы, созданных на землях бывшего сельхозгодья

Вариант опыта	Возраст культур, лет	Средние		Приживаемость культур, %		Повреждено мышами, %		
		высота, см	диаметр на высоте 0,1м	1 год	2 год	2009 г.	2008 г.	2007 г.
Мульчирование посадочных мест пленкой	1	72	6	94	57	100	–	–
то же (повторность 2)	1	72	6	74	66	96	–	–
Полосная обработка почвы гербицидами	2	110	8	71	58	18	11	–
то же (повторность 2)	2	117	9	76	37	32	30	–
Посадка по пластам	3	170	20	85	85	0	1	11

Результаты многолетних наблюдений показали, что отсыпка отвалов вскрышных пород Костомукшского железорудного месторождения мореной с торфом обеспечила условия необходимые для восстановления травянистой и древесной растительности. Под культурами карельской березы активной, чем на участках с естественным зарастанием, шло накопление органического вещества и азота, что важно для активизации биологических процессов. Через 18 лет после технической рекультивации видовое разнообразие и обилие травянистой растительности значительно возросло (до 20 видов). Предложенный способ разведения люпина на вырубках оказался эффективным и на отвалах. В составе естественного возобновления доминировала ива (14 тыс. шт./га). Численность березы была в 2,5 раза ниже. Под древесным пологом преобладали виды типичные для лесных сообществ. Благодаря посадкам карельской березы ускорился процесс формирования полноценных биогеоценозов. Отмечено плодоношение шляпочных (микоризных) грибов, которые, вступая в симбиоз с древесными растениями, способствуют повышению их устойчивости к неблагоприятным условиям среды.

Приживаемость культур карельской березы, созданных крупномерными саженцами на первый год составляла 99%, на третий – 95% , а через 18 лет она равнялась 77%. В этот период 49% деревьев имели призна-

ки карельской березы. Среди них выделены деревья с тремя формами роста (табл. 18): высокоствольная (8%), короткоствольная (62%) и кустообразная (30%). Среди деревьев с узорчатой древесиной в 53% случаев встречались особи с мелкобугорчатым типом, 46% - с крупнобугорчатым и 1% составляли особи с шаровидно-утолщенным типом поверхности ствола. У деревьев первого типа древесина обычно имеет хорошо выраженный и четкий рисунок, и она является наиболее ценной в хозяйственном отношении.

Таблица 18 – Распределение культур березы карельской по форме роста

Форма березы повислой	Форма роста	Количество, шт.		Средняя высота, м	Средний диаметр (см) на высоте 1,3 м	Класс бонитета
		шт.	%			
Карельская	высокоствольная	22	8	7,7±0,25	8,1±0,44	II
	короткоствольная	176	62	5,4±0,09	6,9±0,19	III
	кустообразная	86	30	4,6±0,16	5,7±0,32	IV
Безузорчатая	высокоствольная	291	100	5,2±0,12	5,4±0,19	III

Таким образом, при лесной рекультивации отвалов вскрышных пород целесообразно создание культур карельской березы. По сохранности и росту в данных условиях они превосходят культуры сосны и ели (Соколов и др., 2008; Федоренко и др., 2011). Здесь отпадает необходимость в проведении лесозащитных мероприятий, трудоемких агротехнических уходах, а потребность в лесоводственных (осветлении) минимальная, что снижает затраты на выращивание карельской березы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетние исследования экологических, агротехнических и технологических проблем создания и выращивания лесных культур на нераскорчеванных вырубках с завалуненными почвами позволили сделать выводы теоретической и практической направленности, которые являются основополагающими при разработке стратегии восстановления ресурсного потенциала ценных древесных пород на Северо-Западе таежной зоны России.

Каменистость (завалуненность) почв оказывает существенное влияние на качество обработки почвы, сохранность и рост культур, формирование пространственной структуры древостоев, поэтому ее следует учитывать при выборе метода и способа создания лесных культур и вида посадочного материала. Для условий таежной зоны предложена классификация лесных почв по каменистости в целях лесовосстановления, включающая

рекомендации по выбору способа создания культур и вида посадочного материала.

На дренированных завалуненных почвах посадки саженцев по полюсам с удаленной подстилкой, подготовленным дисковыми покровосдирающими, и в лунки по целине по сохранности и росту не имеют существенных различий. Однако во втором случае обработка почвы в 3 раза менее энергоемка, не нарушает естественное сложение почвы, обеспечивает возможность выбора места для качественной посадки крупномерного посадочного материала и позволяет повысить производительность труда сажальщиков в 2 раза. Применение саженцев повышает устойчивость культур к травянистой растительности, повреждению заморозками, насекомыми-вредителями и сводит потребность в агротехнических уходах к минимуму.

Посадочный материал с закрытой корневой системой позволяет не только рационально использовать семена хвойных пород и обеспечивать защиту корней от подсыхания, а также он быстрее адаптируется в условиях вырубki, обладает лучшей сохранностью, а в большинстве случаев и ростом. На злаковых вырубках контейнеризированные сеянцы сосны по темпам роста превосходят саженцы ели с открытой корневой системой и с 6 лет обгоняют их по высоте и диаметру. Такой посадочный материал может применяться здесь при условии качественной обработки почвы и обеспечении культур агротехническим уходом.

В условиях таежной зоны обеспечение культур агротехническими уходами остается одной из актуальных проблем. При наличии больших площадей культур, нуждающихся ежегодно в уходе, выполнить их с помощью ручных инструментов и мотокусторезов качественно, своевременно и в полном объеме невозможно. Проблему следует решать двумя путями: созданием культур крупномерным посадочным материалом и применением гербицидов для подавления нежелательной растительности.

Для повышения безопасности химического метода высокую эффективность показала контактная обработка раундапом, которая сдерживает развитие травянистой растительности в течение 2 лет и подавляет возобновление листовых пород в рядах культур. Преимущество контактной обработки, по сравнению с опрыскиванием, в том, что она исключает снос химиката ветром, ее можно проводить в период интенсивного роста хвойных пород, а это предотвращает повреждение культур и снижение их прироста. Необходимо продолжение исследований по разработке специальной аппаратуры и совершенствованию ассортимента гербицидов.

Выявлена причина низкой приживаемости многолетнего люпина на вырубках в условиях таежной зоны. Предложен способ его посева, кото-

рый ускоряет процесс образования клубеньков на корнях однолетних сеянцев в 12 раз и гарантирует установление прочных симбиотических связей. Это обеспечивает высокую приживаемость и хороший рост люпина, увеличивает накопление его массы на второй год в 13 раз, многократно повышает урожай семян и создает условия для успешного размножения люпина семенным путем. Данный способ может использоваться при введении других растений-азотфиксаторов с целью улучшения роста лесных культур, компенсации потерь плодородия почв и снижения пожарной опасности в таежных лесах, поэтому в перспективе при ускоренном лесовыращивании следует ориентироваться на применение биологических мелиорантов.

Культуры сосны являются устойчивой биологической системой способной к саморегулированию. После удаления лиственных пород в молодняках экосистема восстанавливает потери древесной биомассы. Реакция системы на внешнее воздействие выражается в увеличении интенсивности роста сосны, повышении ее конкурентоспособности. В результате предотвращается нежелательная смена пород и, независимо от способа интенсивного ухода, формируются сосняки оптимального породного состава, что создает условия для восстановления типичных для таежной зоны биогеоценозов. Однократное применение арборицидов позволяет решить проблему уходов (осветлений) за культурами сосны и ели с минимальными трудовыми затратами, что актуально при современном состоянии лесного хозяйства.

В условиях средней тайги на нераскорчеванных завалуненных вырубках ельников и сосняков кисличных и черничных с дренированными почвами не ниже III класса бонитета при строгом соблюдении системы лесокультурных и лесоводственных мероприятий возможно выращивание качественной древесины сосны и ели целевого назначения в ускоренном режиме. По сравнению с рекомендуемыми ранее технологиями плантационного выращивания значительно снижаются затраты на создание и выращивание культур. Проводимые лесоводственные мероприятия, направленные на ускорение роста культур, не оказывают отрицательного влияния на устойчивость средневозрастных древостоев.

В условиях Карелии обеспечить формирование продуктивных и устойчивых древостоев лиственницы сибирской можно путем создания её культур на вырубках ельников кисличных с буроземными почвами. На вырубках ельников и сосняков черничных из-за сильного изреживания лиственница по продуктивности не имеет преимуществ перед сосной, поэтому культивировать ее здесь не следует.

Использование карельской березы при лесной рекультивации отвалов вскрышных пород в горнодобывающей промышленности показало высокую

эффективность. Это позволяет решить ставшим актуальным в настоящее время вопрос по сохранению этого ценного древесного растения. На отвалах отсутствуют или незначительно проявляются основные негативные факторы, влияющие на сохранность карельской березы, что снижает затраты на ее выращивание. Для ускорения процессов формирования многокомпонентных устойчивых фитоценозов на техногенных землях рекомендуется отсыпка поверхности отвалов смесью морены с торфом и одновременно с посадкой карельской березы – посев многолетнего люпина по разработанному нами способу.

На основе результатов проведенных исследований рекомендуются следующие способы ускоренного выращивания культур хвойных пород целевого назначения на нераскорчеванных вырубках с дренированными завалунными почвами в условиях средней тайги.

Сосна. Для ускоренного выращивания сосны следует подбирать вырубки ельников и сосняков кисличных и черничных. На 1-2-летних вырубках обработку почвы рекомендуется проводить путем удаления подстилки, а на задернелых – химическим методом. Культуры можно создавать посадкой стандартных семян густотой 3,0 тыс. шт./га, но предпочтительно высаживать саженцы или укрупненные контейнеризированные сеянцы (2,5 тыс. шт./га), которые быстрее выходят из-под полога трав. Перед посадкой необходимо выполнять защитную обработку посадочного материала от насекомых-вредителей. На 2-4-й годы обязательны агротехнические уходы. На 7-й год, во избежание снижения сохранности культур и потери прироста, следует проводить осветление, удаляя листовые вдоль рядов культур, а также в междурядьях крупные экземпляры, представляющие угрозу для сосны. Наличие осины в составе формирующегося древостоя не допускается. В 12-15 лет листовые удаляют полностью механическим или химическим методом, затем культуры разреживают до 2,0 тыс. шт./га. В 35 лет густоту снижают до 1,5-1,6 тыс. шт./га. В 50-55 лет древостой прореживают (с изъятием до 30 % запаса) и оставляют 700-900 шт. лучших деревьев для дорастивания на пиловочник. Уход выполняют низовым методом, но при этом удаляют крупные деревья с повышенной сучковатостью и другими пороками древесины, нежелательными для пиломатериалов. Для повышения выхода крупной древесины в этот период рекомендуется внесение азотных удобрений в дозе 150 кг/га. Если при создании культур сосны вводились биомелиоранты, минеральные удобрения не применяют. Сплошную рубку предполагается проводить с возраста 70 лет.

Ель. При ускоренном выращивании культур ели на вырубках ельников кисличных и черничных рекомендуется полумеханизированная по-

садка саженцев с открытой корневой системой высотой не менее 30 см и густотой 2,5 тыс. шт./га или укрупненных отборных контейнеризированных сеянцев по микроповышениям - 2,0 тыс. шт./га. Предварительно в питомнике необходимо провести их профилактическую обработку для защиты от повреждений большим сосновым долгоносиком (Выращивание и использование крупномерного посадочного материала..., 2002). Схема размещения рядов культур 1,8-3,0-1,8-3,0-1,8-4,0м. В широких междурядьях высевают многолетний люпин. На вырубках хвойных древостоев на 3-й год, а лиственных – на 2-й, следует провести агротехнический уход химическим методом вдоль рядов культур (вторая половина августа – начало сентября). При этом подавляется возобновление лиственных пород. На 9-10-й год лиственные породы удаляют, оставляя их только в прогалинах. При этом не допускается превышение высоты лиственных пород над культурами ели. На 12-14-й год культуры разреживают низовым методом до густоты 1,1-1,3 тыс. шт./га, изымая отставшие в росте и больные деревья, а также имеющие пороки. В 40 лет древостой прореживают до густоты 0,7-0,8 тыс. шт./га, оставляя лучшие деревья для дорастивания на пиловочник.

Основные публикации по теме диссертации

Монографии и учебные пособия

1. *Шубин В. И.* Повышение производительности культур сосны и ели на вырубках [Текст] / В.И. Шубин, И.С. Гелес, В. И. Крутов, Р.М. Морозова, А.И. Соколов // Петрозаводск: КарНЦ РАН. 1991. – 176 с.
2. *Федорец Н.Г.* Начальные стадии формирования биогеоценозов на техногенных землях Европейского Севера [Текст] / Н.Г. Федорец, А.И. Соколов, Г.В. Шильцова, Н.И.Германова, А.М. Крышень, Г.С. Антипина // Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1999. – 74 с.
3. *Соколов А.И.* Создание культур ели на вырубках с каменистыми почвами [Текст] / А.И. Соколов, В.А Харитонов // Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2001. – 80 с.
4. Лесная рекультивация нарушенных земель на Севере: учебное пособие [Текст] / О.И. Гаврилова, А.И. Соколов // Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ. 2001. – 60 с.
5. *Соколов А.И.* Лесовосстановление на вырубках Северо-Запада России [Текст] / А.И. Соколов // Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2006. – 215 с.
6. *Соколов А.И.* Механизация обработки почвы на нераскорчеванных вырубках в условиях Карелии [Текст] / А.И. Соколов, В.А. Харитонов, Т.И. Кривенко // Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2008. – 100 с.
7. *Федорец Н.Г.* Формирование лесных сообществ на техногенных землях северо-запада таежной зоны России (на примере Карелии) [Текст] / Н.Г. Федорец, А.И. Соколов, А.М. Крышень, М.В. Медведева, Е.Э Костина // Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2011. – 130 с.

Публикации в изданиях по перечню ВАК

8. Цыпук А.М. Создание лесных культур посадкой под лункообразователь Л-2 [Текст] / А.М. Цыпук, А.Э Эгипти, А.И. Соколов // Лесное хозяйство. – 1990. – №11. – С. 43–45.
9. Соколов А.И. Рубка и восстановление леса в Карелии [Текст] / А.И. Соколов // Известия высш. учеб. завед. Лесной журнал. 1997. – №5. – С. 17–22.
10. Цыпук А.М. Вибрационная сеялка для лесных питомников СВУ-1,2 [Текст] / А.М. Цыпук, А.Э Эгипти, А.И. Соколов // Лесное хозяйство. – 1997. – №3. – С. 47–49.
11. Федорец Н.Г. Начальные этапы почвообразования на отвалах железорудного месторождения в северотаежной подзоне Карелии [Текст] / Н.Г. Федорец, Г.В. Шильцова, Н.И. Германова, Г.С. Антипина, А.М. Крышнь, А.И. Соколов // Почвоведение. – 1998. – № 2. – С. 133–139.
12. Соколов А.И. Контактная обработка нежелательной растительности гербицидами в культурах ели [Текст] / А.И. Соколов // Лесн. хоз-во. – 1998. – №6. – с. 34–36.
13. Крышнь А.М. Зависимость роста саженцев ели от травянистой растительности на вырубках [Текст] / А.М. Крышнь, А.И. Соколов, В.А. Харитонов // Лесоведение. – 2001. – №2. – С. 41–45.
14. Соколов А.И. Новые механизмы для обработки почвы на вырубках в условиях Карелии [Текст] / А.И. Соколов, В.А. Харитонов, Т.И. Кривенко // Известия высш. учебн. заведений. Лесной журнал. – 2006. – №3. – С. 7–13.
15. Соколов А.И. Динамика состава и запаса культур сосны после интенсивных осветлений в условиях средней тайги [Текст] / А.И. Соколов, Т.И. Кривенко, В.А. Харитонов, А.Н. Пеккоев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2009. – вып. 189. – С. 35–42.
16. Соколов А.И. Перспективы ускоренного выращивания сосны в среднетаежной подзоне Карелии [Текст] / А.И. Соколов, С.М. Синькевич, В.И. Крутов, А.Н. Пеккоев, В.А. Харитонов // Лесное хозяйство. 2010. – №1. – С. 42–44.
17. Соколов А.И. Первичные этапы формирования биогеоценозов при разведении карельской березы на отвалах Костомукшского железорудного месторождения. [Текст] / А.И. Соколов, Н.Г. Федорец, Т.И. Кривенко, Е.Э. Лейбонен, Л.Л. Новицкая // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2010. – вып. 191. – С. 2–31.
18. Федорец Н.Г. Формирование растительных сообществ на техногенных землях северо-запада таежной зоны [Текст] / Н.Г. Федорец, А.И. Соколов, А.М. Крышнь, Е.Э. Лейбонен // Экология и промышленность России. – 2010. – С. 45–48.
19. Соколов А.И. Лесоводственная оценка химической обработки почвы при создании культур ели на злаковых вырубках [Текст] / А.И. Соколов, Т.И. Кривенко, В.А. Харитонов // Известия Санкт-Петербургского лесотехнического университета. – 2011. – вып. 197. – С. 79–87.
20. Leinonen, T., Forest regeneration in Northern and Northwestern Russia in 1993–2004 – Methods, results and development needs [Текст] / T. Leinonen, R. Sungurov, T. Kolstrom, A. Sokolov, A. Zigunov and A. Dorosin // Forest Ecology and Management. – 2008. – Vol. 255 – P. 383–395.

Рекомендации производству, патенты

21. Рекомендации по производству лесных культур крупномерным посадочным материалом с использованием лункообразователя Л-2 [Текст] / А.М. Цыпук, А.И. Соколов, А.Э. Эгипти // Карел. фил. АН СССР. – Петрозаводск – 1987. – 28 с.

22. Применение глифосата, велпара и гоала в лесных питомниках и культурах [Текст] / А.М. Крышень, А.И. Соколов: Карел. фил. АН СССР. – Петрозаводск – 1988. – 15 с.

23. Создание культур на нераскорчеванных вырубках: Методические рекомендации [Текст] / А.И. Соколов: КарНЦ РАН. – Петрозаводск – 1990. – 36 с.

24. Расчетно-технологические карты для производства культур хвойных пород на вырубках с использованием лункообразователей Л-2 и Л-22 [Текст] / А.И. Соколов, А.М. Цыпук, А.Э. Эгипти: КарНЦ РАН. – Петрозаводск – 1990. – 43 с.

25. Новая технология и механизмы для выращивания посадочного материала хвойных пород без перешколивания: Методические рекомендации [Текст] / А.И. Соколов, А.М. Цыпук, Т.И. Кривенко, А.Э. Эгипти: КарНЦ РАН. – Петрозаводск. – 1995 – 33 с.

26. Руководство по лесовосстановлению в гослесфонде Республики Карелия [Текст] / В.И. Шубин, А.И. Соколов: Госкомлес Республики Карелия. Петрозаводск. – 1995 – 85 с.

27. Рекомендации по контактной обработке нежелательной растительности гербицидами в лесных питомниках и культурах [Текст] / А.И. Соколов, А.М. Крышень: КарНЦ РАН. – Петрозаводск. – 1997 – 16 с.

28. Выращивание и использование крупномерного посадочного материала хвойных пород в условиях Карелии: Методические рекомендации [Текст] / А.И. Соколов, А.А. Мордась, Т.И. Мордась: КарНЦ РАН. – Петрозаводск. – 2002 – 44 с.

29. Рекомендации по лесовосстановлению в Карелии [Текст] / А.И. Соколов: КарНЦ РАН. – Петрозаводск. – 2005 – 29 с.

30. Рекомендации по лесовосстановлению на севере Западе России [Текст] / А.В. Соколов и др.: НИИ леса Финляндии. – Петрозаводск. – 2006 – 100 с.

31. Рекомендации по выращиванию крупномерного посадочного материала лункообразователя Л-2У [Текст] / А.М. Цыпук, А.Э. Эгипти: Петрозаводск. – 2007 – 10 с.

32. Fundamentals of container seedling production / B. Chalov, A. Sokolov, S. Sved. – METLA: St. Petersburg Institute. – 2008. – 100 p.

33. Патент на полезную модель «Способ выращивания леса на вырубках» / А.И. Соколов (Россия). Заявка № 20080100000. – 2008. – 10 с.